Szabó László

A közönséges takácsatka (Tetranychus urticae Koch) peszticid rezisztenciájának és a hatékony védekezés néhány kérdésének vizsgálata a VEAB régióban

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

VESZPRÉMI AKADÉMIAI BIZOTTSÁGA (VEAB)

1988-ban meghirdetett pályázatán

I. DÍJBAN

részesített pályamű

Veszprém, 1988

OKLEVÉL

dr. Szabó László

„Semmi sem áll csendesen a világon,
még a nap systémák is mozognak, —
tehát csak Magyarország álljon s
vesztegeljen mozdulatlan?
Nem nevetséges törekvés-e ez?
Istenért! Nyissuk fel szemeinket,
vegyük hasznát eszünknek.
Minekünk is mozdulnunk kell,
akár akarjuk, akár nem
s nehogy hátrafelé nyomassunk,
lépjünk inkább előre"

(Széchenyi István: Hitel, 1830.)

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
VESZPRÉMI AKADÉMIAI BIZOTTSÁGA

1988. ÉVBEN

BENYÚJTOTT PÁLYÁZATÁT

I DÍJBAN

RÉSZESÍTETTE

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
Veszprémi Akadémiai Bizottság
*

AKADÉMIKUS
A VEAB ELNÖKE

ÖSSZEFOGLALÓ

a

"Közönséges takácsatka (Tetranychus urticae Koch) peszticid rezisztenciájának és a hatékony védekezés néhány kérdésének vizsgálata a VEAB régióban"

cimü pályázathoz

A takácsatkafélék (Tetranychidae) termesztett növényeink egyik legveszedelmesebb kártevő csoportját képezik. A polifág közönséges takácsatka érzékeny és rendszeres károkat okoz legfontosabb kertészeti és szántóföldi kulturáinkban. Az ellene való védekezés egy komplex feladat, amelynek szerves részét képezi a kémiai védekezés is. A kétfoltos takácsatka elleni hatékony kémiai védekezés legnagyobb akadálya a kártevőkben kialakuló rezisztencia. Különösen élesen vetődik fel ez a kérdés az üveg alatti kertészeti termesztésben, ahol a kedvező klimatikus viszonyok és az intenziv termesztés körülményei között az egyedszám igen magas és a rezisztencia kialakulás veszélye is fokozott.

A VEAB régióban 6 üvegházi populáció 8 inszekticiddel és 10 speciális akariciddel szembeni érzékenységét vizsgáltuk. Megállapitottuk, hogy a foszforsavészter tipusu anyagok közül 4-el szemben nagyon magas rezisztencia alakult ki. A speciális akaricidek közül 2-vel szemben alakult ki magas rezisztencia, mig a többi esetében a populációk teljesen vagy részben érzékenyek. Vizsgáltuk a foszforsavészterek közötti keresztrezisztencia viszonyokat is és 2 hatóanyagnál negativ keresztrezisztenciát is megállapitottunk.

Sem országosan, sem a VEAB régióban nem történtek ilyen részletes vizsgálatok eddig, amelyek eredményei jól hasznositathatók a tudomány és a gyakorlat által egyaránt. A vizsgálati eredményeket felhasználhatják a VEAB régióhoz tartozó megyei Növényegészségügyi és Talajvédelmi Állomások növényvédelmi technológia fejlesztő, irányitó tevékenységük során, továbbá a nagyüzemek és kistermelők mindennapi munkájukban.

TARTALOMJEGYZÉK

Oldal szám

1. Bevezetés 1
2. A pályamű célkitüzései 3
3. Az inszekticid rezisztencia kialakulása és jelentősége 5
4. A kétfoltos takácsatka peszticid rezisztenciájának helyzete a világban és hazánkban 7
   4.1. A közönséges takácsatka peszticid rezisztenciájának helyzete a világban 7
      4.1.1. Foszforsavészterekkel szemben kialakuló rezisztencia 8
      4.1.2. Karbamátokkal szembeni rezisztencia 10
      4.1.3. Speciális akaricidekkel szembeni rezisztencia 10
   4.2. A T. urticae peszticid rezisztenciája Magyarországon 12
5. Vizsgálati anyagok és módszerek 13
   5.1. Közönséges takácsatka törzsek 13
   5.2. A felhasznált inszekticidek és akaricidek 15
   5.3. Toxicitási teszt 18
   5.4. Az adatok statisztikai feldolgozása 20
   5.5. Keresztrezisztencia vizsgálatok protoáttal és amitrázzal 20
6. Eredmények és megvitatás 22
   6.1. Az ICI érzékeny referencia törzs jellemzése 22
   6.2. A rezisztencia alakulása hatóanyagonként 25
      6.2.1. Akaricid mellékhetásu inszekticidek 25
         6.2.1.1. Foszforsavészterek 25
         6.2.1.2. Karbamátok 34
      6.2.2. Speciális akaricidek 37
         6.2.2.1. Klórozott szénhidrogének 37
         6.2.2.2. Halogén és oxigén tartalmu vegyületek 40
         6.2.2.3. Szerves ón-vegyületek 40

Oldal szám

6.2.2.4. N-tartalmu vegyületek 45
6.2.2.5. S-tartalmu vegyület 45
6.2.2.6. Egyéb hatóanyag csoport 45
6.3. Keresztrezisztencia viszonyok vizsgálata 52
6.4. A védekezéstechnológiák értékelése a rezisztencia szemszögéből nézve 55
7. Következtetések és javaslatok 57
8. Irodalomjegyzék 61

1. BEVEZETÉS

Mindenki, aki a növénytermesztésben tevékenykedik jól ismeri a takácsatkák tömeges fellépésének pusztító következményeit. Először a levelek szinén észlelünk világos pettyeket, a szivásfoltok helyén megjelenő ólomszinü elszineződéseket. A tünetek hamarosan kiterjednek a levél egész felületére, majd a levéllemez sárgás, bronzos elszineződése után korai levélhullás következik be. A kórképet jellegzetessé teszi az atkák által a levél fonákán készitett sürü, finom szövedék, amelyekben gyakran a porszemek is megtelepednek. Erős fertőzés esetén a szövedék a növény egyéb részeire, igy a virágra és a termésre is kiterjed. Az asszimilációs felület csökkenése, a korai lombhullás kedvezőtlenül befolyásolja a termés minőségét és mennyiségét.

Napjainkra a takácsatkák a termesztett növények egyik legjelentősebb kártevő csoportjává váltak. Tömeges elszaporodásuk okairól az irodalomban különféle vélemények olvashatók. A nagyszámu publikációból és széleskörü vizsgálatokból egyértelmüvé vált, hogy a peszticidek alkalmazása (más tényezők mellett pl. trofobiózis) jelentős hatást gyakorolt a tömegszaporodásra (Bognár, Kiss, 1972; Karg, 1972). Kiderült, hogy a takácsatkák kárositásának általános növekedése párhuzamosan haladt a széles hatásspektrumu inszekticidek alkalmazásával, mindenekelőtt a klórozott szénhidrogének, foszforsavészterek, karbamátok csoportjából. Ezek a készitmények nagyobb részt közvetett módon a természetes ellenségek elpusztitásával, kisebb részt közvetlenül a reprodukció fokozásával idéztek elő gradációkat.

A kultúrnövények mind szélesebb körére kiterjedő súlyos atkafertőzések és jelentős gazdasági károk csak komplex védekezési módszerek alkalmazásával csökkenthetőek illetve megelőzhetők meg. Napjainkban még a komplex védekezési rendszereknek egyik legfontosabb eleme a kémiai védekezés. A kémiai védekezés (több kedvezőtlen hatás mellett) egyik legnagyobb problémája a peszticidekkel szemben kialakuló rezisztencia. A peszticid rezisztencia az Insecta osztályba tartozó rovarokon kivül az Acarina rendbe tartozó atkáknál, elsősorban a fitofág takácsatkafélékhez (Tetranychidae) tartozó fajoknál is rendkivül elterjedt. Georghiou és Mellon (1983) adatai szerint 1980-ig 53 Acarina fajnál figyelték meg a rezisztencia kialakulását, amelyek közül 38 fitofág volt. Minden valószinüség szerint ez a szám tovább növekedett az azóta eltelt idő alatt.

A takácsatkák elleni védekezés különösen nehéz a zárt termesztési berendezések (üvegházak, fóliasátrak) alatt, ahol a kedvező klimatikus viszonyok között a generációk száma nagy, ami a rezisztencia kialakulásának is kedvez. Magasszintü rezisztencia kialakulását segiti elő az is, hogy az üvegházakban zárt populációk alakulnak ki, mivel a kezeletlen területekről történő immigráció csekély, igy az érzékeny egyedek rezisztenciát csökkentő („higitó") hatása nem érvényesül. Az üvegházakban alkalmazott gyakori vegyszeres kezelések erős szelekciós nyomást képviselnek. A fenti körülmények azt eredményezik, hogy az üvegházakban igen magas rezisztencia alakul ki az ott kárositó atkafajoknál az inszekticidek és speciális akaricidek széles skálájával szemben.

Hazánkban üvegházi körülmények között legnagyobb egyedszámban a polifág közönséges takácsatka (Tetranychus urticae Koch) fordul elő. Egyaránt megtalálható az

üveg alatt termesztett disznövényeken (szegfü, gerbera, rózsa, frikzoldek stb.) és zöldségféléken (uborka, paradicsom, paprika stb.) is. Kártétele jelentős minőségi és mennyiségi kárt okoz rendszeresen minden kertészetben. A szükséges gyakori vegyszeres védekezések (2-3 hetente) komoly költségtényezői az üveg alatti termesztésnek. Ezenkivül a munka- és élelmezés-egészségügyi várakozási idők betartása további komoly gondot jelent a termesztőknek.

A VEAB régióban jelentős az üveg alatti disznövény és zöldségtermesztés. Győr-Sopron megyében a termálviz felhasználásával, az inotai hőerőmü szomszédságában a hulladékhőre alapozva, Szombathely térségében a hagyományok és a kedvező adottságok révén országos viszonylatban is jelentős üveg alatti termesztés honosodott meg. Kisebb-nagyobb üvegházi felülettel a városgazdálkodási vállalatok is rendelkeznek szinte minden városban és a magántermesztés sem elhanyagolható. Az utóbbi időben egyre terjed a fólia alatti termesztés is.

2. A PÁLYAMÜ CÉLKITÜZÉSEI

Rezisztencia vizsgálataink során célul tüztük ki, hogy a VEAB régióba tartozó területeken a fontosabb rovarfajok inszekticid rezisztenciájának helyzetét felmérjük, feltérképezzük és a vizsgálatok alapján javaslatokat tegyünk a gyakorlat számára. E célkitüzés megvalósulása esetén a VEAB régió az ország legjobban kutatott, feltérképezett területévé válna, ami az okszerübb, hatékonyabb és takarékosabb vegyszerfelhasználás révén komoly gazdasági jelentőséggel birna.

Jelen pályamüben a közönséges takácsatkára vonatkozó vizsgálatok eredményeiről számolunk be. A pályamü főbb célkitüzései a következőkben foglalhatók össze:

1. A közönséges takácsatka atkaölő mellékhatásu inszekticidekkel és speciális akaricidekkel szembeni érzékenységére vonatkozóan nincsenek részletes adataink a MEAB régióban. Célul tüztük ki, hogy 6 üvegházi populáció 8 inszekticiddel és 10 speciális akariciddel szembeni alapérzékenységét megállapitsuk egzakt toxicitási paraméterek (LC_{50}, LC_{95}) kimérésével. Ezek az alapérzékenységi szintek a jövőben alapul szolgálhatnak a rezisztencia további alakulásának nyomonkövetésénél.

2. A vizsgált 6 populáció és 18 peszticid toxicitási értékeinek és egy érzékeny referencia törzs toxicitási értékeinek összehasonlitásával megállapitani azokat a hatóanyagokat, amelyekkel szemben rezisztencia alakult ki.

3. A rezisztencia mértékének megállapitásához egy érzékeny törzs alapértékeinek felvétele, peszticid érzékenységének karakterizálása.

4. Kereszt-rezisztencia viszonyok vizsgálata olyan hatóanyagok esetében, amelyekkel szemben magas rezisztencia alakult ki (protoát, amitráz).

5. A védekezéstechnológiák értékelése, a hatékony védekezés néhány kérdése a rezisztencia szemszögéből nézve.

6. Javaslattétel a gyakorlati védekezés és a további kutatások számára.

3. AZ INSZEKTICID REZISZTENCIA KIALAKULÁSA ÉS JELENTŐSÉGE

Az inszekticid rezisztencia tulajdonképpen egy mikroevolúciós folyamat. Az egyes rovarfajok, populációk egyedei között különbség van az inszekticidekkel szembeni érzékenység vonatkozásában, amely genetikai eredetü. A vegyszerhasználat, mint szelekció következtében kiiktatódnak a populációkból az alacsony érzékenységért felelős géneket hordozó egyedek és megmaradnak a magas dózisokat elviselők. Intenziv vegyszerhasználat (erős szelekciós nyomás) esetén a populációk már szinte csak rezisztens egyedekből állnak és ezek egymásközt szaporodva igen magas dózisok elviselésére képesek. A rezisztencia kialakulása tehát a populáció szintjén lejátszódó folyamat és nem individuális szinten megy végbe. A rovarokban kialakuló peszticid rezisztencia nagyon jó példa a darwini mikroevolucióra.

A rezisztencia következtében a rovarok már nem pusztulnak el a korábban még hatásos vegyszer dózisoktól. A felhasználók ilyenkor rendszerint ugy reagálnak, hogy a felhasználási dózisokat megemelik. A magasabb dózis hatására a populációkban a mégmagasabb dózisokat is elviselő egyedek válogatódnak ki. A felhasználási dózisok emelése tehát nem járható ut. Igy ugyanis a védekezés költségei jelentősen megnövekednek és a kivánt hatás mégsem következik be. A nagy adagu vegyszerek felhasználásával csak a környezetet szennyezzük, terheljük, de a kivánt eredményt nem érjük el. Másrészt egy rovarölőszer magas dózisaival kiszelektált populáció sokkal könnyebben alakit ki rezisztenciát egy másik anyaggal szemben, mint az, amely még nem volt szelektálva ill. tulszelektálva. A dózisemeléssel, tulszelektálással tehát csak a később

védekezésre használandó anyag sorsát nehezítjük meg. Amikor tehát a hatékonyság csökkenését észleljük, egy ujabb anyaggal kell felváltani a régit.

Gyakori jelenség, hogy egy inszekticiddel szemben kialakult rezisztencia keresztrezisztenciát mutat egy másik inszekticidre. Ez azt jelenti, hogy az az anyag, amelyre a keresztrezisztencia kialakul elveszíti a hatását már a felhasználás előtt. Amennyiben ismerjük a rezisztencia tipusát, mechanizmusát, megakadályozható, hogy olyan vegyszerek kerüljenek védekezésre, amelyek nem lesznek hatékonyak. A vegyszerrotációnak tehát tudományosan megalapozott tényeken és elveken kell nyugodnia. Ehhez viszont komoly vizsgálatokra van szükség.

A rezisztencia vizsgálatoknál a természetes (vad) populációkon mért dózis-hatás adatokat, toxikológiai értékeket egy vegyszerrel még nem kezelt érzékeny törzs hasonló értékeihez viszonyitják. Rendszerint a vad populáció LC_{50} ill. LC_{95} értékét elosztják az érzékeny törzs ezen értékeivel és megkapják a rezisztencia mértékét kifejező rezisztencia indexet. Az adatokból megszerkesztik a probit-regressziós egyeneseket, hatásgörbéket, amelyeknek dőlésszöge (regressziós együttható) utal a populáció genetikai összetételére az adott inszekticiddel szembeni rezisztencia vonatkozásában. A lapos görbék arra utalnak, hogy a populációban érzékeny és magas rezisztenciáju egyedek egyaránt előfordulnak (heterogén populáció), mig a meredek görbék a populáció homogenitását jelzik. A homogén populációk vagy tisztán ill. zömében érzékeny egyedekből, vagy tisztán ill. zömében rezisztens egyedekből állnak.

Napjainkban közel 400 Arthropoda fajnál figyelték meg rezisztencia kialakulását valamilyen peszticiddel szemben.

Az észtenyolajok kivételével eddig minden inszekticidnél állapitottak meg rezisztenciát. Ez az egyre növekvő probléma sok gondot okoz a kártevőkkel szembeni védekezésben.

4. A KÉTFOLTOS TAKÁCSATKA PESZTICID REZISZTENCIÁJÁNAK HELYZETE A VILÁGBAN ÉS HAZÁNKBAN

A peszticidekkel szembeni rezisztencia kialakitás vonatkozásában az Acarina fajok ugyanolyan kedvező genetikai potenciállal rendelkeznek, mint a rovarok (Helle, Overmeer; 1973). Ez egyértelmüen bebizonyosodott abban az 1947 után kezdődő és még ma is tartó versenyben, amely a növényvédőszer ipar és az atkák között folyik a rezisztencia területén (Herne et al., 1979). Legnagyobb mértékü rezisztencia a takácsatkaféléknél (Tetranychidae) alakult ki és talán itt van a legjelentősebb gazdasági kihatás is. A takácsatkafélék népes családjából az egyik legjelentősebb faj a vizsgálatunk tárgyát képező polifág Tetranychus urticae (Koch), amely a rezisztencia kialakitás területén is az elsők között van. Georghiou (1981) összefoglaló munkájában több mint ötven hatóanyagot sorol fel, amelyekkel szemben megfigyelték már a rezisztencia kialakulását ennél a fajnál.

4.1. A közönséges takácsatka peszticid rezisztenciájának helyzete a világban

Az atkáknál a rezisztencia kialakulást először üvegházakban figyelték meg, ahol a termelés intenzitása és a kedvező környezeti viszonyok intenziv növényvédelmet kivántak meg, ami a rezisztencia kialakulását is elősegitette. Az üvegházi termesztés után

a szabadföldi kertészeti termesztés körülményei között is megjelent a rezisztencia. Ez tekinthető a takácsatkánál a rezisztencia kialakulás első fázisának, ami az 50-es évek végéig tartott a világban. A második fázisban a 60-as évek elejétől a rezisztens populációk megjelentek már az intenziven müvelt és védett szántóföldi kulturákban is és a 70-es évek végére már teljes volt a rezisztencia itt. Napjainkban a takácsatkák peszticid rezisztenciája kialakulásának harmadik fázisában a rezisztencia kezd általánossá és világméretüvé válni. A fenti tendenciák jól nyomonkövethetők a témával foglalkozó összefoglaló munkákban (Helle, 1965; Dittrich, 1975; Brader, 1977; Georghiou, 1981).

Az atkaféléken belül az első rezisztencia esetet a közönséges takácsatkánál regisztrálták 1937-ben (Compton és Kearns, 1937).

4.1.1. Foszforsavészterekkel szemben kialakuló rezisztencia

A szerves organofoszfátokat (először a TEPP-et és parationt) az 1947-es bevezetéskor teljes sikerrel alkalmazták az USA üvegházaiban és Európában is a közönséges takácsatka ellen. Egy nagyon rövid használati periódus után azonban (az USA-ban már 1948-ban) rezisztencia tüneteket figyeltek meg (Garman, 1950; Smith, Fulton, 1951; Naegele, 1955). Európában üvegházban termesztett rózsán észlelték rezisztens populációk megjelenését, először Hollandiában (Marle, 1951) majd Norvégiában (Fjelddalen, Davikness, 1952). Szinte ezzel egyidőben és a későbbiekben Európa számos üvegházában (Franciaország, NSZK, Dánia, Svájc, Anglia) tapasztalták a

különböző foszforsavészterekkel szemben kialakuló rezisztenciát a különféle üvegházi kulturákon károsító atkáknál. A későbbiekben tömegesen jelentek meg publikációk a foszforsavészterek csoportjába tartozó különböző hatóanyagokkal szemben kialakult rezisztenciáról üvegházi és szabadföldi körülmények között termesztett különböző növénykulturák atka populációinál. A következőkben csak az általunk is vizsgált hatóanyagokra vonatkozó fontosabb publikációkat emlitjük: dimetoát (Klunker, 1970; Asakawa, 1975; Darackhieva, 1982; Brun et al., 1983); foszfamidon (Sepascosarian 1972; Köllner, 1973; Cranham, 1974); mevinfosz (Ballantyne, Harrison, 1967; Markulla, Tiittanen, 1970).

A foszforsavészterekre jellemző a keresztrezisztencia a hatóanyagcsoporton belül. Ugyanakkor nem törvényszerü, hogy minden foszforsavészterrel szemben automatikusan jelentkezik, sőt néha még a kémiailag egymáshoz közelálló strukturáknál sem. A dimetoát esetében NDK kutatók vizsgálták a jelenséget részletesen (Klunker, 1974; Pilz et al.1978). Az atkákban kialakuló foszforsavészter rezisztenciának két fő mechanizmusa ismert (Blank, 1980). Az egyiknél a foszforsavészter nem tudja bénitani a mutáns acetilkolineszterázt (Smissaert, 1964). A másik megnövekedett detoxikáló kapacitás révén alakul ki (Voss, Matsumura,1964). A két mechanizmus külön-külön is müködhet, de együtt is, és ez utóbbi esetben rendkivül erős multirezisztencia kialakulása a következmény.

4.1.2. Karbamátokkal szembeni rezisztencia

A foszforsavészterekkel szemben kialakuló rezisztencia miatt a 60-as években kezdték alkalmazni az ujonnan megjelenő karbamát tipusu inszekticideket az atkák elleni védekezésben is. A szisztemikus hatásmechanizmusu karbamátok eredményesek az atkák ellen, de rezisztencia kialakulását is megfigyelték több esetben. Az aldikarbbal szemben több helyen alakult ki rezisztencia (Markkula, Tüttanen, 1970; Cross, 1980) és a metomilnál is megfigyelték már (Cranham, 1974, in Georghiou, 1981).

4.1.3. Speciális akaricidekkel szembeni rezisztencia

Már az 50-es évek végén az USA-ban speciális akaricidekkel (aramit, klórbenzilát, tedion) szemben kialakuló rezisztenciát is megfigyeltek (Smith, 1960). Azóta már sok szelektiv akariciddel szemben alakult ki rezisztencia, de sok akaricid még mindig hatékony és eredményesen használható.

Klórozott szénhidrogének

A foszforsavészterekkel szemben kialakuló rezisztencia láttán igyekeztek szelektiv atkaölőszerket kifejleszteni. Az ilyen tipusu első anyagok a klórozott szénhidrogének közül kerültek ki az 50-es évek közepétől (dikofol, klórfenetol, dienoklór stb.). Ezek egyrésze még napjainkban is használatos és hatásos sok helyen, jóllehet már sok populáció rezisztenssé vált velük szemben. Dikofollal szembeni rezisztenciáról sok közlemény számolt már be (Denneky, Granett, 1982; 1984; Saito et al., 1983). McEnroe és Lakocy (1969) adatai szerint a dienoklór közel egy évtize-

des használata után sem alakult ki rezisztenica közönséges takácsatka üvegházi populációjánál. Ezt a véleményt erősitik meg Herne és munkatársai (1979) is.

Halogén és oxigén tartalmu vegyületek

Az ebbe a csoportba tartozó vegyületek közül a klórpropilátot, brómpropilátot és a fenazoxot vizsgáltuk. Ezeknél a hatóanyagoknál nem találtunk rezisztenciára utaló közléseket.

Szerves ón-vegyületek

Ebből a csoportból a cihexatint és az azociklotint vizsgáltuk. A 70-es évek elején bevezetett cihexatin a közönséges takácsatka elleni védekezés alapkészitménye lett. Napjainkban azonban már több helyen alakult ki rezisztencia vele szemben (Edge, James, 1982; 1986; Croft et al., 1984; Hoyt et al., 1985; Kenna, Granett, 1987). A cihexatin rezisztencia mechanizmusát vizsgáló Carbonaro és munkatársai (1986) a penetráció és metabolizmus mértékében nem találtak különbséget a rezisztens és érzékeny egyedek között. Valószinünek tartják, hogy a rezisztencia kialakulásában a hatáshely megváltozásának (mutációjának) van szerepe. Azociklotinnal szembeni rezisztenciára utaló közleményeket nem találtunk.

N-tartalmu vegyületek

Ebből a csoportból a dinobutont és az amitrázt vizsgáltuk. Dinobuton rezisztenciáról Zil'berminc (1979) számol be, amitrázra vonatkozó információnk nincs.

S-tartalmu vegyületek

Ebből a csoportból a propargitot vizsgáltuk. Alacsony szintü propargit rezisztenciáról először Chapman és Penman (1984) számolt be majd Kenna és Granett (1985) szolgáltatott adatokat a propargittal szembeni heterogenitásról. A későbbiekben Grafton-Cardwell et al. (1987) szezonális toleranciát, Dennehy et al. (1987) 0-42 szeres rezisztenciát állapitott meg szabadföldi populációknál.

A klofentezin Tetrazinok - az akaricidek egy uj kémiai csoportja

egy uj kémiai strukturát képvisel, amely a közelmultban került kifejlesztésre, elsősorban ovicid hatással rendelkezik. Rezisztenciára utaló közlések eddig még nem ismeretesek.

A fentiekben citált irodalom bőséges információt szolgáltat a közönséges takácsatka rezisztencia kialakitó képességre vonatkozóan. Talán egy halvány reménysugár lehet a jövőre nézve az a tény, hogy egy teljesen uj tipusu és hatásmódu anyaggal az avermektinnel mesterséges körülmények között nem sikerült rezisztenciát kiváltani és keresztrezisztenciát sem figyeltek meg (Hoy, Conley, 1987).

4.2. A T. urticae peszticid rezisztenciája Magyarországon

Magyarországon peszticid rezisztencia kutatásokkal eddig alig foglalkoztak, igy a takácsatkákra vonatkozóan is kevés adat van. Jenser (1967) piros gyümölcstakácsatkára, Hajnal, Kerényiné (1985) 2 közönséges takácsatka populációra és 3 hatóanyagra közöl adatokat. Szabó (1986) 6 közönséges takácsatka populációt vizsgált 9 hatóanyagra.

Az eddigi vizsgálatok azt bizonyitják, hogy a rezisztencia kialakulás Magyarországon is megkezdődött és fontos problémája a vegyszeres védekezések.

A tényleges helyzet megismerése széleskörü felméréseket és részletes vizsgálatokat igényel, mert csak megbizható adatok alapján tudjuk megválaszolni a rezisztenciával kapcsolatban felmerülő kérdéseket tudományos és gyakorlati szempontból egyaránt.

5. VIZSGÁLATI ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

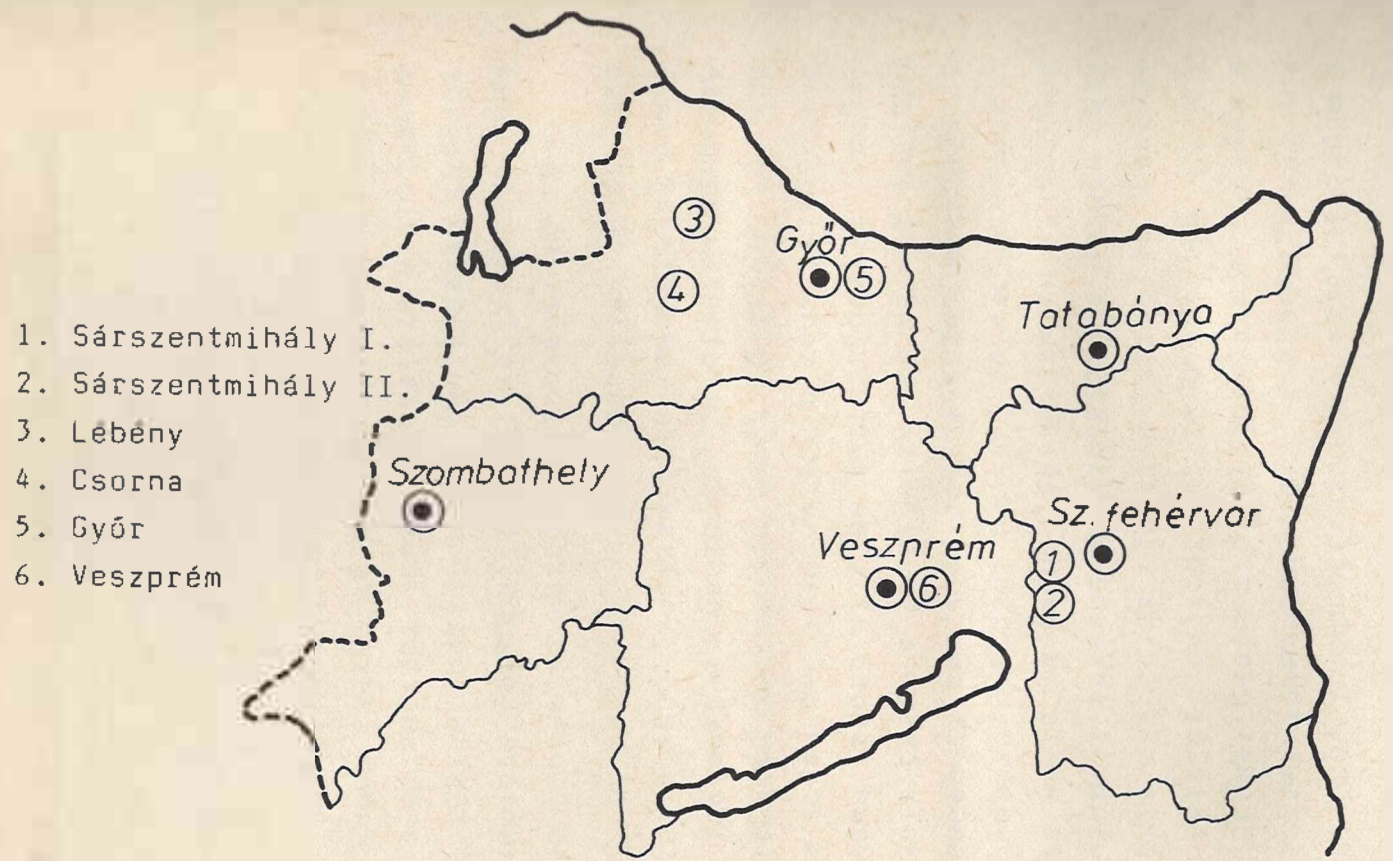
5.1. Közönséges takácsatka törzsek

Az üvegházi populációkat a VEAB régióhoz tartozó 3 megye 6 üvegházi kertészetéből gyüjtöttük:

Fejér megye	:	Sárszentmihályi Á.G. I.
		(Inotai kertészet)
		Sárszentmihályi Á.G. II.
Győr-Sopron megye	:	Lébény
		Csorna
		Győr
Veszprém megye	:	Veszprém

A gyüjtési helyek területi megoszlását az 1. ábra szemlélteti. A Sárszentmihályi Á.G. inotai kertészetében gyüjtött I. számu populációt uborkáról, a II. számut rózsáról gyüjtöttük, mig a többi populációk szegfüről származnak.

Minden populációnál a gyüjtéskor 10 részmintából álló átlagmintát készitettünk, amely nagyszámu vegyes fejlődési alakból állt. A vizsgálat helyén a mintákat fiatal babnövényekre (Phaseolus vulgaris) helyeztük



1. ábra A közönséges takácsatka populációk származási helye

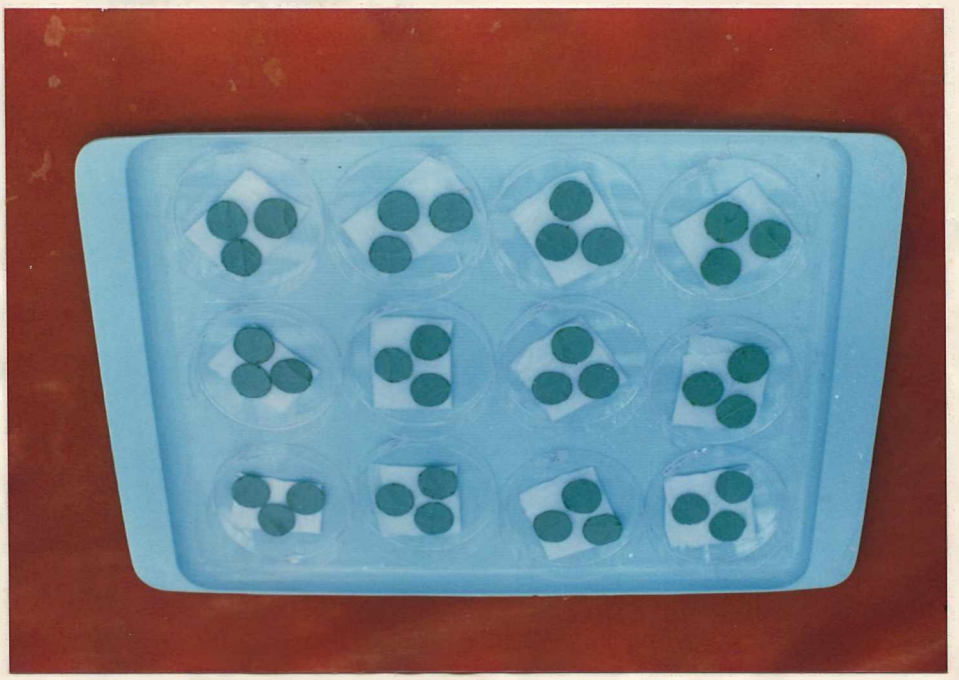
és a továbbiakban ezen tartottuk őket üvegházban 23-26 C^{O}-on 50-70% relativ páratartalom mellett. Szeptember elejétől április elejéig a természetes megvilágitás mellett mesterséges megvilágitást is alkalmaztunk ugy, hogy a megvilágitás napi időtartama 16 óra legyen. A megvilágitást higanygőzlámpákkal végeztük 1500-2000 lux fényerősséggel. A babnövényeket tartalmazó tenyészedényeket egy vizzel töltött bádog „teknő" közepén helyeztük el, igy a vizzel történő izolálás az atkák szétmászását megakadályozta (2. ábra). Az atkák tulszaporodása esetén a fertőzött növényeket levágtuk és friss növényekre helyeztük át, ahová az atkák átmásztak. A vizsgálatokhoz az egykoru imágók nyerése céljából a mozgó alakokat friss és fertőzés mentes babnövényekre mászattuk át. 24 óra elteltével a mozgó alakokat préslevegővel eltávolitottuk és a tojásokat hagytuk kikelni. A vizsgálatokhoz a nősténveket 3-6 napos korban használtuk fel. Mivel az egyes populációk vizsgálata több hónapig is eltartott, időközben az üzemivel azonos peszticid kezeléseket alkalmaztunk, hogy a rezisztencia szintje ne változzon.

Az összehasonlitó adatok felvétele céljából érzékeny törzsként az ICI-tól (Anglia) származó szenzitiv törzset használtuk. Ezt a törzset a fent leirt módon peszticides szelekció nélkül tartjuk fenn folyamatosan. A törzs vegyszerérzékenysége egzakt módon még nem lett megállapitva, ezért ezt most végeztük el.

5.2. A felhasznált inszekticidek és akaricidek

A vizsgálatokat kereskedelmi forgalomban kapható inszekticid és akaricid készitményekkel végeztük. Az atkaölő mellékhatásu inszekticidek közül 8-at vizsgál-

2. ábra Közönséges takácsatka tenyészet babon viz izolációval



3. ábra Permetezéshez előkészitett levélkorongok

tunk, a speciális akaricidek közül pedig 10-et. Az érzékeny ICI törzs alapadatainak felvételekor még vizsgáltuk a piretroid hatóanyagu fenpropatrint (Danitol 10 EC) és a tetradifon (Pol-Akaritox) speciális akaricidet.

Az alábbi felsorolás az ICI nomenklaturája szerinti felsorolásban tartalmazza a vizsgált anyagokat:

ATKAÖLŐ MELLÉKHATÁSU INSZEKTICIDEK

Foszforsavészterek:

- diklórfosz (Unifosz 50 EC)
- dimetoát (Bi 58 EC)
- mevinfosz (Phosdrin)
- foszfamidon (Dimecron 50)
- protoát (FAC-40)
- RA-17 (Atkatox 50 EC)

Karbamátok:

- oxamil (Vydate L)
- metomil (Lannate 20 L)

SPECIÁLIS AKARICIDEK

Klórozott szénhidrogének:

- dienoklór (Pentac 50 WP)

Halogén és oxigén tartalmu vegyületek:

- klórpropilát (Rospin 25 EC)
- brómpropilát (Neoron 500 EC)
- fenazox (Fentoxan)

Szerves ón-vegyületek:

- cihexatin (Plictran 25 W)
- azociklotin (Peropal)

N-tartalmu vegyületek:

-dinobuton (Acrex 30 EC)

-amitráz (Mitac 20)

S-tartalmu vegyületek:

- propargit (Omite 57 E)

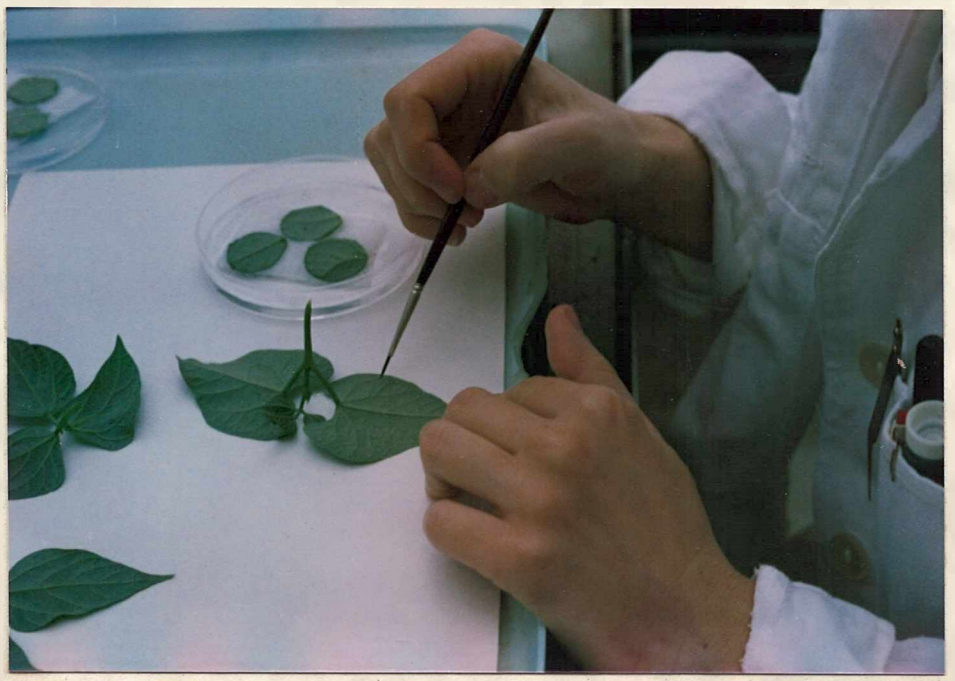
Egyéb hatóanyag-csoportba tartozó vegyület:

- klofentezin (Apolló SC)

5.3. Toxicitási teszt

A vizsgálatokhoz 3-6 napos koru nőstény imágókat használtunk. Készitményenként 5-7 dózisból álló higitási sort alkalmaztunk. Dózisonként 3 ismétlést végeztünk, ismétlésenként 20 atkával. A szenzitiv ICI törzsnél a vizsgálatokat 2-4 időpontban megismételtük és az eredményeket átlagoltuk. A permetezés megkezdése előtt 2,5 cm átmérőjü levélkorongokat vágtunk fiatal babnövények szekunder leveleiből (3. ábra). A levélkorongok fonáki részét Potter-toronnyal permeteztük le (4. ábra). A dózisokat a készitményekből átszámitott 100%-os hatóanyagokra ppm-ba állapitottuk meg. A szükséges vegyszermennyiséget desztillált vizzel 3 ml-re egészitettük ki és 1 bár nyomás mellett 2 mg/cm^2 permetlé boritottságot értünk el. A permetlé beszáradása után levélkorongonként 20 nőstényt helyeztünk el (5. ábra). A levélkorongokat nedves papirvattára raktuk petricsészébe és az expozició alatt 24 $\pm$ 1^{o}C-os hőmérsékleten, 65 $\pm$ 5% relativ páratartalom, 200-250 lux erősségü és 16 órás időtartamu megvilágitás mellett tartottuk. Az értékelést 48 óra mulva végeztük.

4. ábra Permetezés a Potter-torony permetező berendezéssel



5. ábra A közönséges takácsatka nőstény-imágók ráhelyezése a levélkorongokra a permetlé beszáradása után

5.4. Az adatok statisztikai feldolgozása

Az adatokat VDT-52122 tipusu számitógépen egy program segitségével dolgoztuk fel, amely elvégzi az Abott szerinti kontrol mortalitás korrekciót és a probitanalizist Finney (1971) által ismertetett módon. A probitanalizisnél készitményenként minimum 4, rendszerint 5-6 adatból végeztük a számitásokat. Az LC_{50}, LC_{95} értékeket készitményenként 100% hatóanyagra vonatkoztatva ppm-ben állapitottuk meg a hozzájuk tartozó konfidencia-intervallumokkal 95% valószinüségi szinten, továbbá a regressziós együtthatót és konfidencia-intervallumát 95% valószinüségi szinten. A rezisztencia indexet a vad populáció LC_{50}, ill. LC_{95} és az érzékeny törzs LC_{50}, ill. LC_{95} értékének hányadosa adja.

5.5. Keresztrezisztencia vizsgálatok protoáttal és amitrázzal

A keresztrezisztencia jól ismert jelenség, különösen a foszforsavészterek csoportjában. A magas rezisztencia értékeket látva felvetődött bennünk a kérdés, hogy ezek kialakulásában a keresztrezisztencia vajon milyen szerepet játszhatott. Mivel az inszekticidek között a legmagasabb rezisztencia a protoáttal, a speciális akaricidek között pedig az amitrázzal szemben alakult ki, ezeket választottuk ki egy mesterséges szelekcióhoz.

Az ICI érzékeny törzsből 2 altörzset képeztünk, amelyeket elkezdtünk szelektálni a két hatóanyaggal. A protoát (FAC 40) esetében az alábbi szelekciókat végeztük el:

Kezelés száma		Szelekciós dózis (ppm)
1987.II.17.	1.	4
	2.	8
	3.	12
	4.	16
	5.	20
	6.	24
	7.	24
	8.	30
	9.	40
	10.	60
	11.	120
	12.	300
	13.	500
	14.	1000
	15.	1500
1988.I.4.	16.	2000

A szelekció befejezése után 18 hatóanyagra ismét megállapitottuk a toxicitási értékeket a már leirt módon és kiszámitottuk a rezisztencia indexeket, megállapitva a keresztrezisztencia mértékét.

A szelekciót elvégeztük az amitrázzal (Mitac 20) is. Ismert az amitráz repellens hatása. A szelekció során olyan mértékü repellencia alakult ki az atkákban, hogy egyszerüen képtelenek voltunk az egzakt értékek felvételére, igy a kisérleteket megszakitottuk és a reppellencia irányába tereltük, de az ezirányú vizsgálatok még nem fejeződtek be.

6. EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁS

A számszerü eredmények tárgyalásakor a rezisztencia mértékének megitélésénél Keiding nomenklaturáját használjuk, amely a rezisztencia indexek alapján az alábbiak szerint minősiti a rezisztencia mértékét:

1. alacsony = <10
2. mérsékelt = 10 - 40
3. magas = 40 - 160
4. nagyon magas = >160

6.1. Az ICI érzékeny referencia törzs jellemzése

A rezisztencia vizsgálatoknál az összehasonlításhoz használt érzékeny referencia törzsnek nagy jelentősége van. A nemzetközi szakirodalomban különféle érzékeny törzseket használnak. Rendszerint a természetből gyüjtött legalacsonyabb érzékenységü törzset használják. Legtöbb esetben ezek előéletét (vegyszerekkel való érintkezés) nem ismerik és ezek a törzsek elég heterogének.

Nekünk sikerült az ICI-tól egy olyan törzset szerezni, amelyet már több, mint 20 éve laboratóriumban tartanak fenn. Az egzakt rovartoxikológiai paramétereket eddig még nem mérték ki, igy ezt magunknak kellett most elvégezni. Az inszekticideknél 9 (1. táblázat), az akaricideknél 11 hatóanyagra (2. táblázat) vettük fel az alapérzékenységi adatokat (baseline data) több időpontban elvégzett kisérletsorozatban megismételve. A különböző időpontokban elvégzett vizsgálatok eredményeit összehasonlitva azt látjuk, hogy az adatok szórása nagyon kicsi, ami a teljesen standardizált és

1. táblázat

A különböző atkaölő hatású inszekticidek ICI érzékeny törzsön (Tetranychus urticae) mért dózis-hatás alapadatai több időpontban végzett kísérletben

Hatóanyag (készítmény)	Vizsgálat szám	LC_{50} (ppm,h.a.)	Konfidencia-intervallum (95%) Alsó	Felső	LC_{95} (ppm,h.a.)	Regressziós együttható és szórása (95%)
1	2	3	4	5	6	7
1. Diklórfosz (Unifosz 50 EC)	1	183,59	158,30	212,92	689,54	2,66 ± 0,62
	2	162,41	133,24	197,97	600,49	2,90 ± 1,43
	3	170,03	143,75	201,12	609,54	2,43 ± 0,57
	Átlag	172,01	145,09	204,00	622,85	2,73 ± 0,87
2. Dimetoát (Bi 58 EC)	1	1,39	1,08	1,79	4,82	3,05 ± 0,98
	2	8,77	7,20	10,67	62,94	1,92 ± 0,42
	3	3,94	3,26	4,76	24,55	2,07 ± 0,43
	Átlag	4,70	3,85	5,74	30,77	2,35 ± 0,61
3. Mevinfosz (Phosdrin)	1	21,97	19,49	24,76	53,32	4,27 ± 1,03
	2	27,41	23,26	32,30	99,60	2,93 ± 0,54
	3	33,64	28,56	39,62	134,63	2,72 ± 0,61
	Átlag	27,67	23,77	32,22	95,88	3,31 ± 0,73
4. Foszfamidon (Dimecron 50)	1	9,60	7,51	12,29	43,00	2,53 ± 0,52
	2	9,44	8,07	11,03	39,52	2,64 ± 0,51
	Átlag	9,52	7,79	11,66	41,26	2,59 ± 0,52

Az 1. táblázat folytatása

1	2	3	4	5	6	7
5. Protoát (FAC 40)	1	1,92	1,53	2,42	7,40	2,81 ± 0,81
	2	1,30	1,07	1,59	9,53	1,91 ± 0,36
	3	3,82	3,28	4,45	10,99	3,58 ± 0,89
	Átlag	2,35	1,96	2,82	9,31	2,77 ± 0,69
6. Atkatox 50 EC	1	118,78	91,24	154,65	2384,30	1,26 ± 0,29
	2	178,71	137,32	232,58	1981,50	1,57 ± 0,39
	3	143,86	114,35	180,05	1826,82	1,47 ± 0,30
	Átlag	147,12	114,50	189,09	2087,54	1,44 ± 0,33
7. Oxamil (Vydate L)	1	154,30	129,01	184,55	1060,55	1,97 ± 0,34
	2	101,57	84,42	122,20	677,31	1,99 ± 0,36
	3	68,85	54,91	86,33	464,13	1,98 ± 0,40
	Átlag	108,24	89,44	131,03	733,99	1,98 ± 0,37
8. Metomil (Lannate 20 L)	1	33,83	25,97	44,07	333,45	1,66 ± 0,32
	2	35,82	29,53	43,46	249,50	1,95 ± 0,37
	3	34,79	29,14	41,54	199,47	2,17 ± 0,39
	Átlag	34,82	28,21	43,03	260,81	1,93 ± 0,36
9. Fenpropatrin (Danitol 10 EC)	1	2,19	1,58	3,04	90,33	1,02 ± 0,28
	2	2,32	1,87	2,88	25,09	1,59 ± 0,31
	3	2,12	1,72	2,62	22,58	1,60 ± 0,31
	Átlag	2,21	1,72	2,85	46,00	1,40 ± 0,30

reprodukálható vizsgálati metodika mellett a genetikai homogenitásra utal.

Az érzékeny törzsön végzett vizsgálatainknak a célja nem az egyes hatóanyagok hatékonyságának az összehasonlitása volt, de érdemes egy pillantást vetni az LC_{50} és LC_{95} értékekre és egy gyors összehasonlitást tenni. Az inszekticideknél (1. táblázat) reziduális maradvány vizsgálattal imágóknál nagyságrendi különbségek vannak az egyes hatóanyagok között. 10 ppm alatti LC_{50} értéke 4 hatóanyagnak (fenpropatrin 2,4; protoát 2,4; dimetoát 4,7; foszfamidon 9,5), 30 ppm körüli értéke 2 hatóanyagnak (mevinfosz 27,7; metomil 34,8), 100 fölötti értéke 3 hatóanyagnak van (oxamil 108, Atkatox 147, diklórfosz 172).

A speciális akaricideknél (2. táblázat) 10 ppm alatti LC_{50} értéke 4 hatóanyagnak (azociklotin 3,4; amitráz 6,1; cihexatin 7,2; propargit 8,3), 10-21 ppm közötti értéke 3 hatóanyagnak (brómpropilát 13,3; dinobuton 18,2; klórpropilát 20,9), több száz ill. ezer feletti értéke 4 hatóanyagnak van (tetradifon 313, dienoklór 320, klofentezin 413, fenazox 1603).

6.2. A rezisztencia alakulása hatóanyagonként

6.2.1. Akaricid mellékhatásu inszekticidek

2 hatóanyagcsoportba tartozó inszekticidekkel végeztünk vizsgálatokat. 6 db foszforsavésztert és 2 db karbamátot vizsgáltunk.

6.2.1.1. Foszforsavészterek

Diklórfosz (Unifosz 50 EC)

A számszerü eredményeket a 3. táblázat, a probit-regressziós egyeneseket a 2. ábra tartalmazza.

2. táblázat

A különböző speciális atkaölő szerek ICI érzékeny törzsön (Tetranychus urticae) mért dózis-hatás alapadatai több időpontban végzett kísérletben

Hatóanyag (készítmény)	Vizsgálat szám	LC_{50} (ppm,h.a.)	Konfidencia-intervallum (95%) Alsó	Felső	LC_{95} (ppm,h.a.)	Regressziós együttható és szórása (95%)
1	2	3	4	5	6	7
1. Dinobuton (Acrex 30 EC)	1	22,03	18,52	26,20	84,47	2,82 ± 0,51
	2	16,90	13,97	20,45	67,16	2,75 ± 0,64
	3	15,62	13,12	18,60	88,56	2,18 ± 0,44
	Átlag	18,18	15,20	21,75	80,06	2,50 ± 0,53
2. Amitráz (Mitac 20)	1	5,50	4,43	6,83	57,66	1,61 ± 0,31
	2	6,73	5,31	8,52	101,19	1,40 ± 0,30
	Átlag	6,11	4,87	7,68	79,42	1,50 ± 0,31
3. Klórpropilát (Rospin 25 EC)	1	20,48	13,79	30,42	96,62	2,44 ± 0,85
	2	23,52	20,32	27,23	95,93	2,69 ± 0,45
	3	17,04	14,57	19,94	79,52	2,46 ± 0,42
	4	22,28	19,08	26,02	88,77	2,74 ± 0,61
	Átlag	20,86	16,94	25,90	90,21	2,58 ± 0,58
4. Cihexatin (Plictran 25 W)	1	9,33	8,08	10,78	34,74	2,88 ± 0,52
	2	7,79	6,67	9,11	32,25	2,67 ± 0,52
	3	4,43	2,26	8,67	113,92	1,17 ± 0,54
	Átlag	7,18	5,67	9,52	60,30	2,24 ± 0,53

1	2	3	4
	1	8,43	6,07
5. Brómpropilát	2	9,63	7,47
(Neoron 500 EC)	3	21,83	18,25
	Átlag	13,30	10,59
	1	10,05	8,18
6. Propargit	2	8,10	6,75
(Omite 57 E)	3	6,77	5,46
	Átlag	8,31	6,80
	1	900,55	720,98
7. Fenazox	2	2095,94	1291,75
(Fentoxan)	3	1812,35	1465,48
	Átlag	1602,95	1159,40
	1	5,23	4,16
8. Azociklotin	2	3,02	2,46
(Peropal)	3	1,85	1,57
	Átlag	3,37	2,72
	1	383,04	260,71
9. Klofentezin	2	436,29	319,08
(Apolló SC)	3	419,99	279,11
	Átlag	413,11	286,30
	1	266,27	208,35
10. Tetradifon	2	343,68	291,77
(Pol-Akaritox)	3	341,15	301,59
	Átlag	313,70	267,24
	1	359,05	273,32
11.Dienoklór	2	420,97	341,92
(Pentac 50 WP)	3	182,33	43,78
	Átlag	320,78	219,60

A 2. táblázat folytatása

5	6	7		
11,74	269,31	1,09	±	0,29
12,42	148,31	1,39	±	0,30
26,11	149,70	1,97	±	0,34
16,76	189,11	1,48	±	0,31
12,35	86,84	1,76	±	0,34
9,71	46,80	2,16	±	0,41
8,40	50,46	1,89	±	0,30
10,15	61,37	1,93	±	0,37
1124,84	11669,83	1,48	±	0,30
3400,79	50725,48	1,19	±	0,34
2241,33	11608,55	2,04	±	0,38
2255,65	24667,95	1,57	±	0,34
6,59	40,82	1,84	±	0,54
3,70	20,90	1,96	±	0,35
2,20	9,78	2,28	±	0,40
4,16	23,83	2,03	±	0,43
562,79	43701,17	0,80	±	0,27
596,55	9471,99	1,23	±	0,30
632,00	62079,47	0,76	±	0,26
597,12	38684,21	0,93	±	0,28
315,20	1912,60	1,88	±	0,35
404,82	1000,99	3,54	±	0,78
385,91	933,40	3,76	±	0,75
368,64	1282,33	3,06	±	0,63
471,67	6418,30	1,31	±	0,30
518,28	4350,45	1,62	±	0,31
759,33	7603,26	1,02	±	0,84
583,09	6124,00	1,32	±	0,49

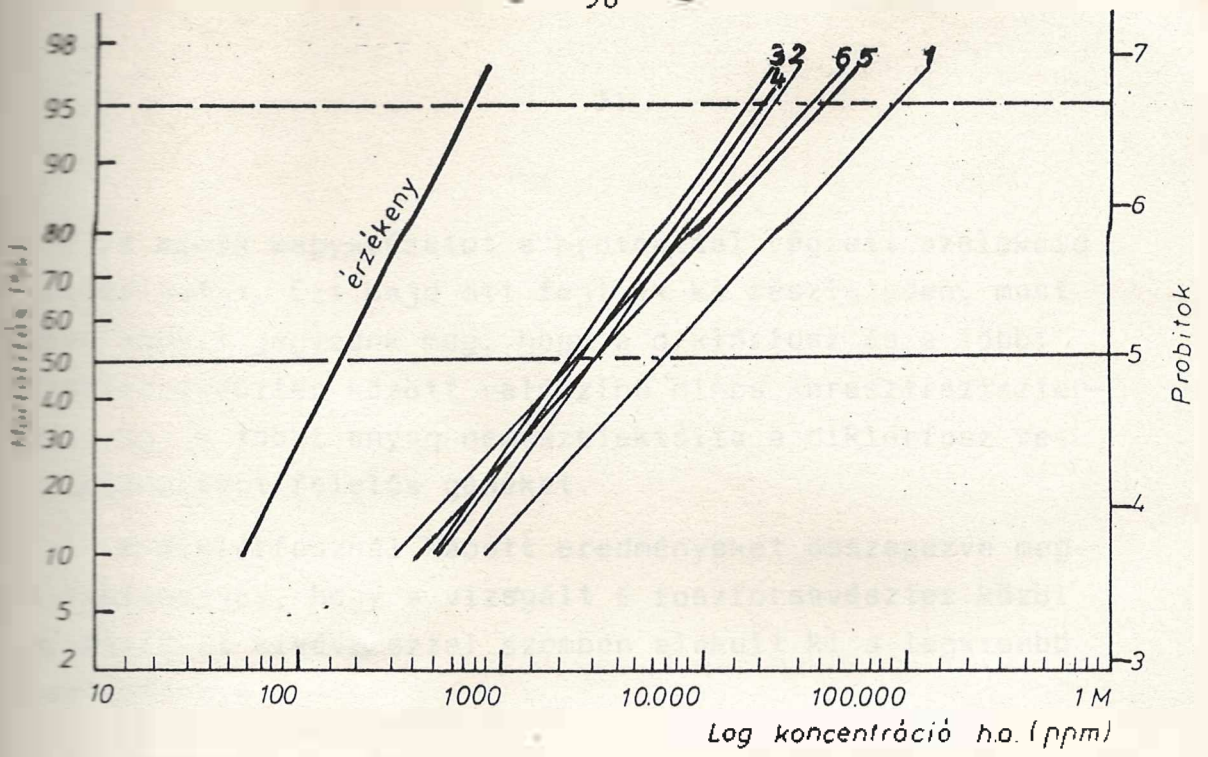
Az LC értékekből és a rezisztencia indexekből láthatjuk, hogy a rezisztencia mértéke mindegyik populációnál csak mérsékeltnek nevezhető. A vizsgált populációknál a regressziós együttható minden esetben alacsonyabb, mint az érzékeny törzsnél, igy ezen populációk probit-regressziós egyenesei is laposabbak (2. ábra). Ha a diklórfosznál kapott rezisztencia értékeket összevetjük a többi foszforsavészter értékeivel (12. táblázat) akkor azt látjuk, hogy az RA-17 kivételével ennél a hatóanyagnál vannak a legalacsonyabb értékek, a legkisebb mértékü rezisztencia.

E jelenségre két magyarázatot tudunk adni. Az egyik az, hogy a diklórfosz egy rövid hatástartamu anyag, mindössze néhány napig hat és utána elbomlik. A rezisztencia kialakulás szempontjából pedig ennek nagy jelentősége van. Arról van szó, hogy ha azt feltételezzük, hogy a rovarölőszer a kijuttatásakor 100%-os mortalitást eredményez, akkor egy idő mulva a bomlása miatt már ennél kevesebb, egyre csökkenő mértékü lesz mortalitása. A legveszélyesebb az a szakasz, amikor a populációnak csak 70-90%-át pusztitja el, hiszen akkor ebben a szakaszban egy rezisztenciára történő szelektálás folyik. Ez a veszélyes szakasz a rövid hatástartamu szereknél sokkal rövidebb, mint a perzisztens anyagoknál. Igy a diklórfosznál is nagyon rövid az a veszélyes szakasz, amely alatt kiszelektálja a rezisztens egyedeket. Ha ez az általánosságban helytálló megfigyelés igaz a diklórfoszra, akkor igaz kellene hogy legyen a mevinfoszra is, hiszen az is egy rövid hatástartamu anyag. Ha viszont megnézzük a 4. táblázatot, ahol a mevinfosz dózis-hatás adatai vannak akkor azt látjuk, hogy a vele szemben kialakult rezisztencia 2 populációnál a több ezer szeres mértéket is eléri, bár a többinél valóban csak mérsékelt értékeket mutat.

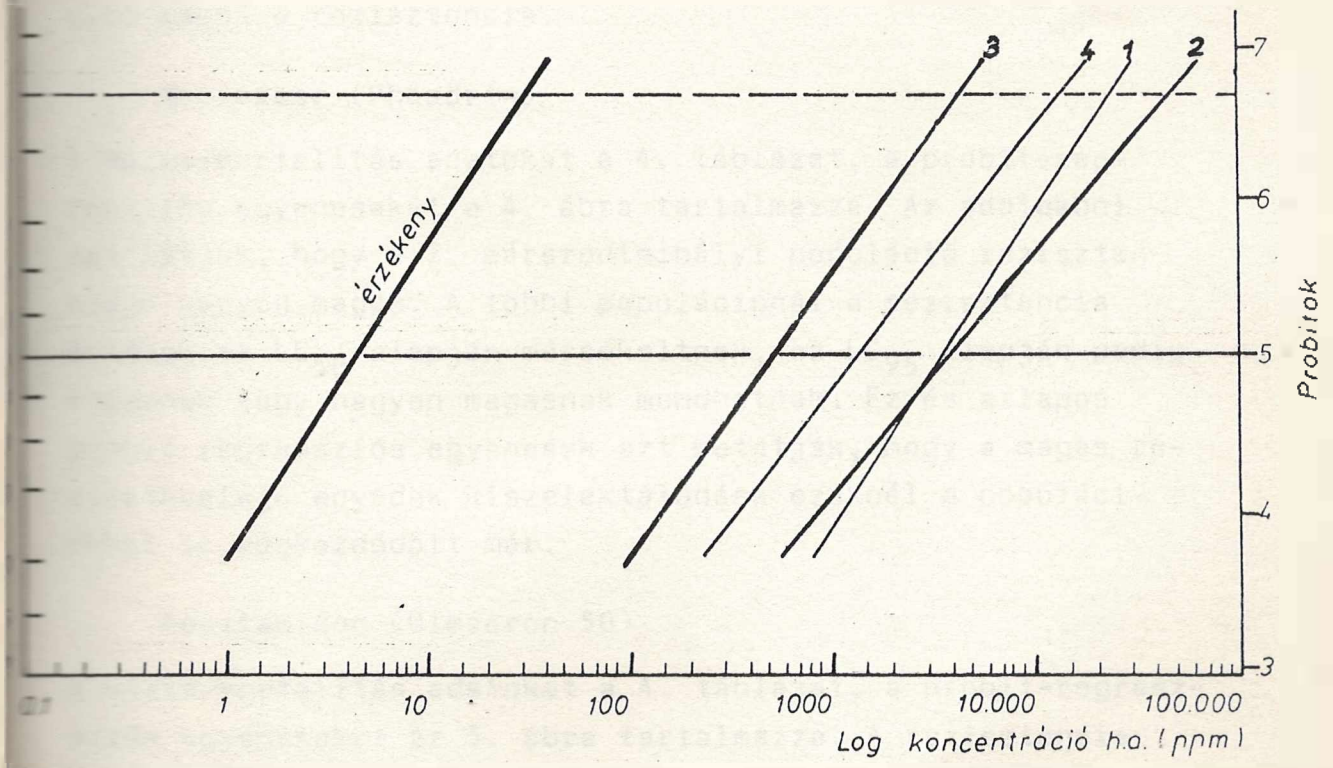
3. táblázat

A diklórfosz és dimetoát dózis-hatás adatai
a természetes Tetranychus urticae populációk és az ICI referencia törzs esetében

Vizsgált hatóanyag (készitmény)	A populáció száma	származási helye	LC_{50} (ppm,h.a.)	Konfidencia-intervallum (95%) Alsó	Felső	LC_{95} (ppm.h.a.)	Regressziós együttható és szórása (95 %)			Rezisztencia index LC_{50}	LC_{95}
diklórfosz	1.	Sárszentmihály I.	6757,4	5287,7	8635,5	89960,9	1,5	±	0,31	35,9	117,9
(Unifosz	2.	Sárszentmihály II.	3067,0	2517,7	3736,1	27392,9	1,7	±	0,32	16,3	35,9
50 EC)	3.	Lébény	2387,8	1983,7	2874,3	17177,8	1,9	±	0,34	12,7	22,5
	4.	Csorna	2309,1	1855,9	2873,0	25299,2	1,6	±	0,31	13,0	33,7
	5.	Győr	2370,5	1822,3	3083,5	21815,9	1,7	±	0,34	13,4	29,1
	6.	Veszprém	2299,9	1872,8	2824,4	21404,7	1,7	±	0,32	13,0	28,5
		ICI törzs (Érzékeny)	172,0	145,0	204,0	699,8	2,7	±	0,87	-	-
dimetoát	1.	Sárszentmihály I.	3683,3	3043,1	4458,2	22561,5	2,1	±	0,40	784,0	733,3
(Bi 58 EC)	2.	Sárszentmihály II.	3869,0	3009,7	4973,6	47410,9	1,5	±	0,32	823,5	1540,9
	3.	Lébény	522,3	229,5	1188,8	4377,1	1,8	±	0,78	111,1	142,2
	4.	Csorna	1302,0	862,7	1965,0	14051,0	1,6	±	0,43	277,0	456,6
		ICI törzs (Érzékeny)	4,7	3,8	5,7	30,8	2,3	±	0,61	-	-



2. ábra A diklórfosz (Unifosz 50 EC) probit-regressziós egyenesei a vizsgált közönséges takácsatka populációk és az érzékeny ICI törzs esetében



3. ábra A dimetoát (Bi 58 EC) probit-regressziós egyenesei a vizsgált közönséges takácsatka populációk és az érzékeny ICI törzs esetében

A másik magyarázatot a protoáttal végzett szelekció szolgáltatja. Ezt majd ott fejtjük ki részletesen, most csak annyit jegyzünk meg, hogy a diklórfosz és a többi foszforsavészter között valószinü nincs keresztrezisztencia, igy a többi anyag nem szelektálta a diklórfosz rezisztenciáért felelős géneket.

A diklórfosznál kapott eredményeket összegezve megállapithatjuk, hogy a vizsgált 6 foszforsavészter közül az RA-17-et kivéve ezzel szemben alakult ki a legkisebb rezisztencia.

Dimetoát (Bi 58 EC)

A dózis-mortalitás adatokat a 3. táblázat, a probit-regressziós egyeneseket a 3. ábra tartalmazza. Az eredményekből látható, hogy a vizsgált 4 populációnál magas ill. nagyon magas a rezisztencia.

Mevinfosz (Phosdrin)

A dózis-mortalitás adatokat a 4. táblázat, a probit-regressziós egyeneseket a 4. ábra tartalmazza. Az adatokból azt látjuk, hogy a 2. sárszentmihályi populáció rezisztenciája nagyon magas. A többi populációnál a rezisztencia értékek az LC_{50} alapján mérsékeltnek, az LC_{95} alapján pedig magasnak vagy nagyon magasnak mondhatóak. Ez és a lapos probit-regressziós egyenesek azt mutatják, hogy a magas rezisztenciáju egyedek kiszelektálódása ezeknél a populációknál is megkezdődött már.

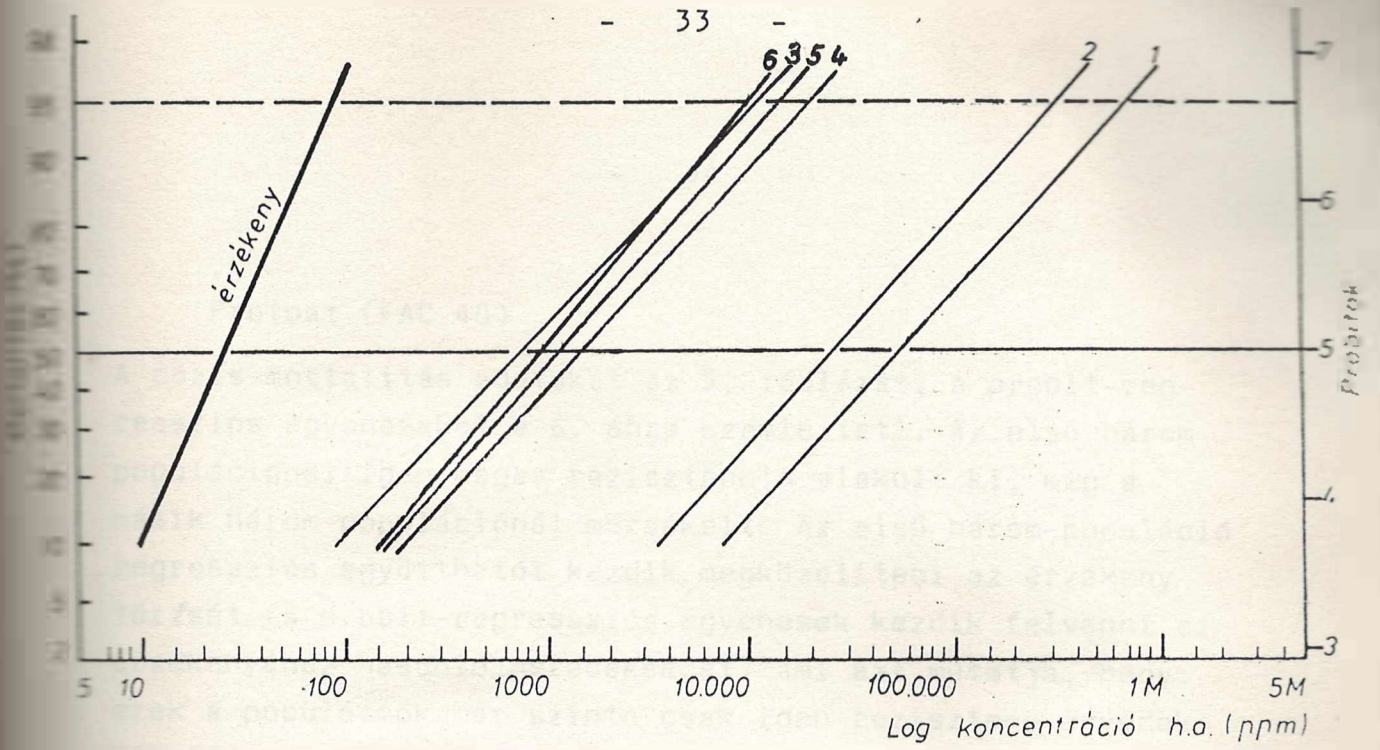
Foszfamidon (Dimecron 50)

A dózis-mortalitás adatokat a 4. táblázat, a probit-regressziós egyeneseket az 5. ábra tartalmazza. A rezisztencia értékek jól mutatják, hogy mindegyik populációnál nagyon magas a rezisztencia ezzel a hatóanyaggal szemben.

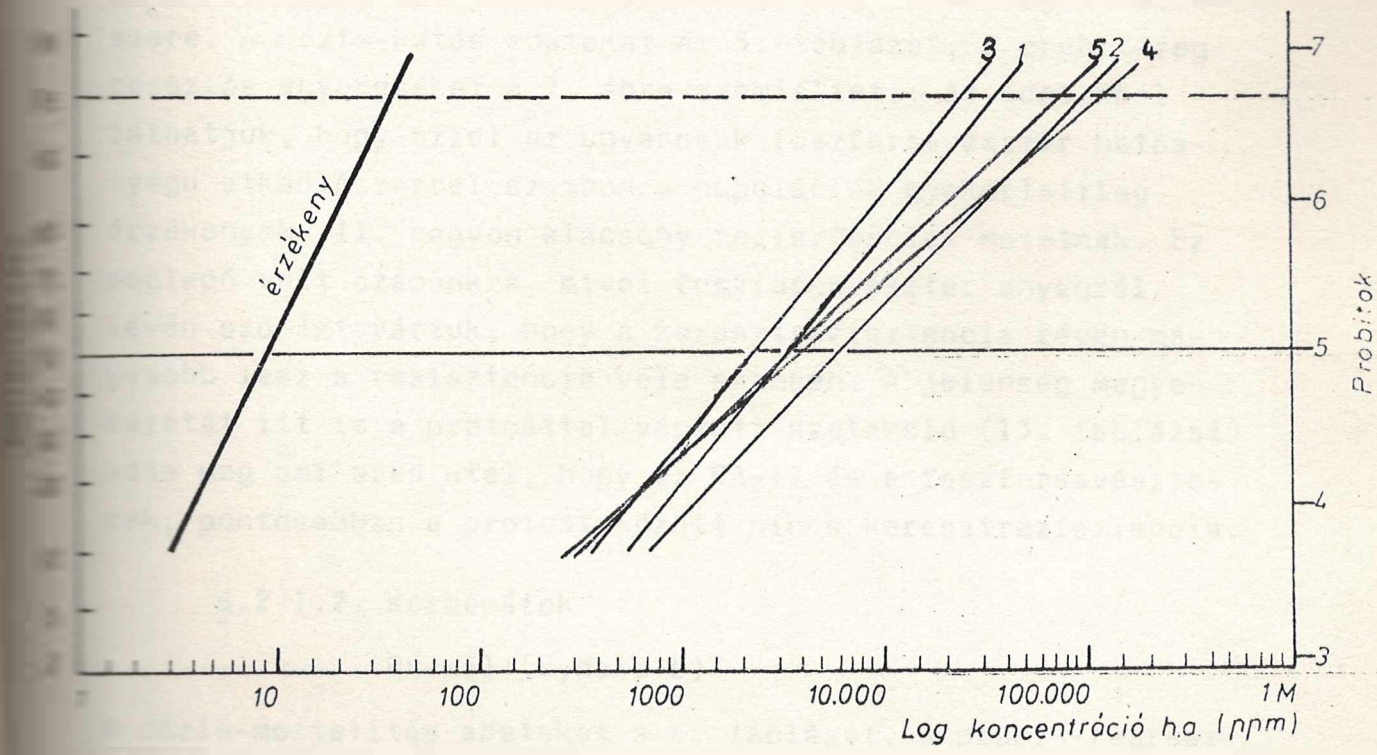
4. táblázat

A mevinfosz és foszfamidon dózis-hatás adatai
a természetes Tetranychus urticae populációk és az ICI referencia törzs esetében

Vizsgált hatóanyag (készitmény)	A populáció száma	származási helye	LC_{50} (ppm,h.a.)	Konfidencia-intervallum (95%) Alsó	Felső	LC_{95} (ppm.h.a.)	Regressziós együttható és szórása (95 %)	Rezisztencia index LC_{50}	Rezisztencia index LC_{95}
mevinfosz	1.	Sárszentmihály I.	58062,4	45715,0	73744,7	798855,0	1,4 ± 0,30	2098,4	8331,8
(Phosdrin)	2.	Sárszentmihály II.	27826,3	21664,0	35741,3	343065,4	1,5 ± 0,31	1005,6	3578,1
	3.	Lébény	789,3	600,5	1037,5	12575,7	1,4 ± 0,31	28,5	131,2
	4.	Csorna	1547,2	1231,8	1943,4	21371,5	1,4 ± 0,30	55,9	222,9
	5.	Győr	1385,0	1120,9	1711,4	15035,8	1,6 ± 0,31	50,0	156,8
	6.	Veszprém	990,1	783,6	1251,1	12094,0	1,5 ± 0,31	35,8	126,1
		ICI törzs (Érzékeny)	27,7	23,8	32,2	95,9	3,3 ± 0,73	-	-
foszfamidon	1.	Sárszentmihály I.	3790,5	3081,7	4662,4	39227,3	1,6 ± 0,31	398,2	950,7
(Dimecron 50)	2.	Sárszentmihály II.	6440,9	4950,7	8379,8	110227,6	1,3 ± 0,30	676,7	2671,6
	3.	Lébény	2465,0	1992,1	3050,2	25883,9	1,6 ± 0,31	258,9	627,3
	4.	Csorna	3937,6	2946,6	5261,9	127247,0	1,1 ± 0,28	413,6	3084,0
	5.	Győr	3637,8	2780,9	4758,8	89066,0	1,2 ± 0,28	382,1	2158,6
		ICI törzs (Érzékeny)	9,5	7,8	11,7	41,3	2,6 ± 0,52	-	-



A mevinfosz (Phosdrin) probit-regressziós egyenesei a vizsgált közönséges takácsatka populációk és az érzékeny ICI törzs esetében



A foszfamidon (Dimecron 50) probit-regressziós egyenesei a vizsgált közönséges takácsatka populációk és az érzékeny ICI törzs esetében

Protoát (FAC 40)

A dózis-mortalitás adatokat az 5. táblázat, a probit-regressziós egyeneseket a 6. ábra szemlélteti. Az első három populációnál igen magas rezisztencia alakult ki, míg a másik három populációnál mérsékelt. Az első három populáció regressziós együtthatói kezdik megközeliteni az érzékeny törzsét (a probit-regressziós egyenesek kezdik felvenni az érzékenyéhez hasonló meredekséget) ami azt mutatja, hogy ezek a populációk már szinte csak igen rezisztens egyedekből állnak. A többi populáció most van a kiszelektálódás állapotában.

RA-17 (Atkatox 50 EC)

Ez a hatóanyag az Északmagyarországi Vegyimüvek uj atkaölőszere. A dózis-hatás adatokat az 5. táblázat, a probit-regressziós egyeneseket a 7. ábra szemlélteti. Az adatokból láthatjuk, hogy ezzel az ugyancsak foszforsavészter hatóanyagu atkaölőszerrel szemben a populációk gyakorlatilag érzékenyek ill. nagyon alacsony rezisztenciát mutatnak. Ez meglepő volt számunkra, mivel foszforsavészter anyagról lévén szó azt vártuk, hogy a keresztrezisztencia révén magasabb lesz a rezisztencia vele szemben. A jelenség magyarázatát itt is a protoáttal végzett szelekció (13. táblázat) adta meg ami arra utal, hogy az RA-17 és a foszforsavészterek, pontosabban a protoát között nincs keresztrezisztencia.

6.2.1.2. Karbamátok

Oxamil (Vydate L)

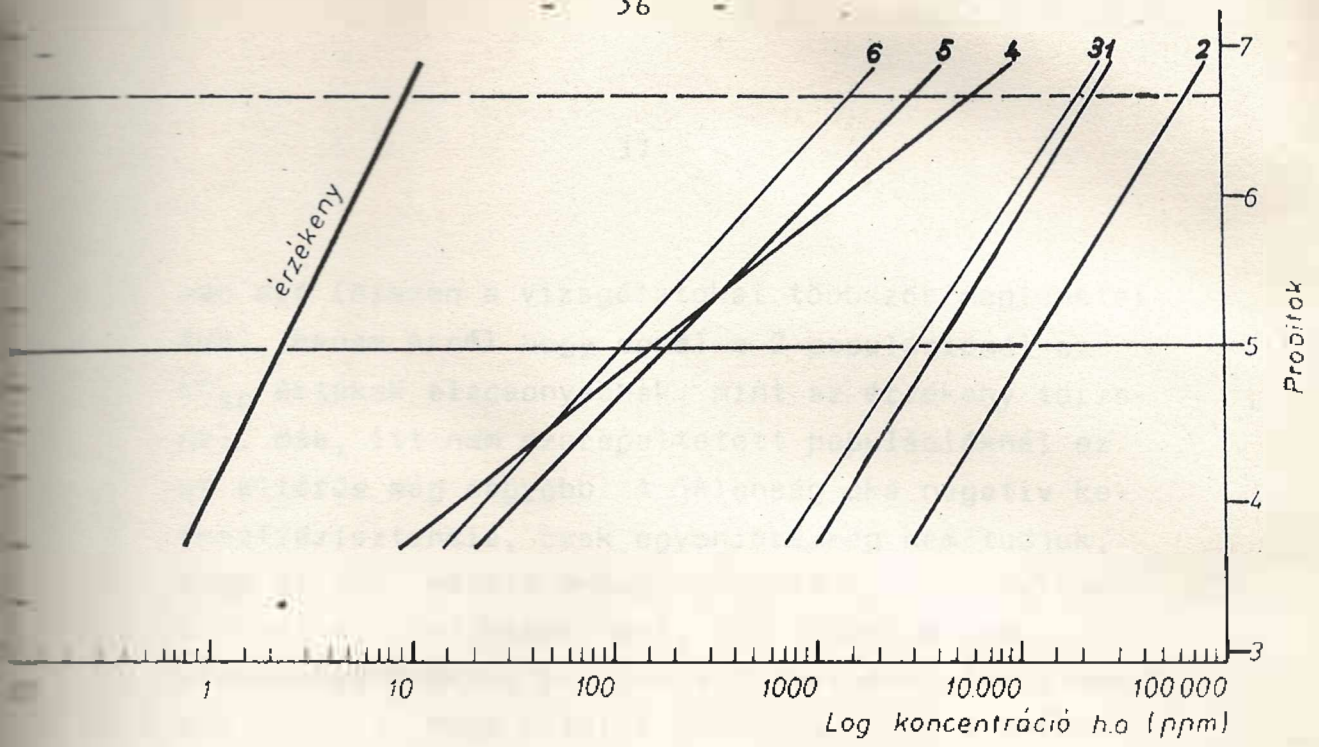
A dózis-mortalitás adatokat a 6. táblázat, a probit-regressziós egyeneseket a 8. ábra szemlélteti. Az első két populációnál az eredmények kicsit meglepőek. Nem vizsgálati hibáról

5. táblázat

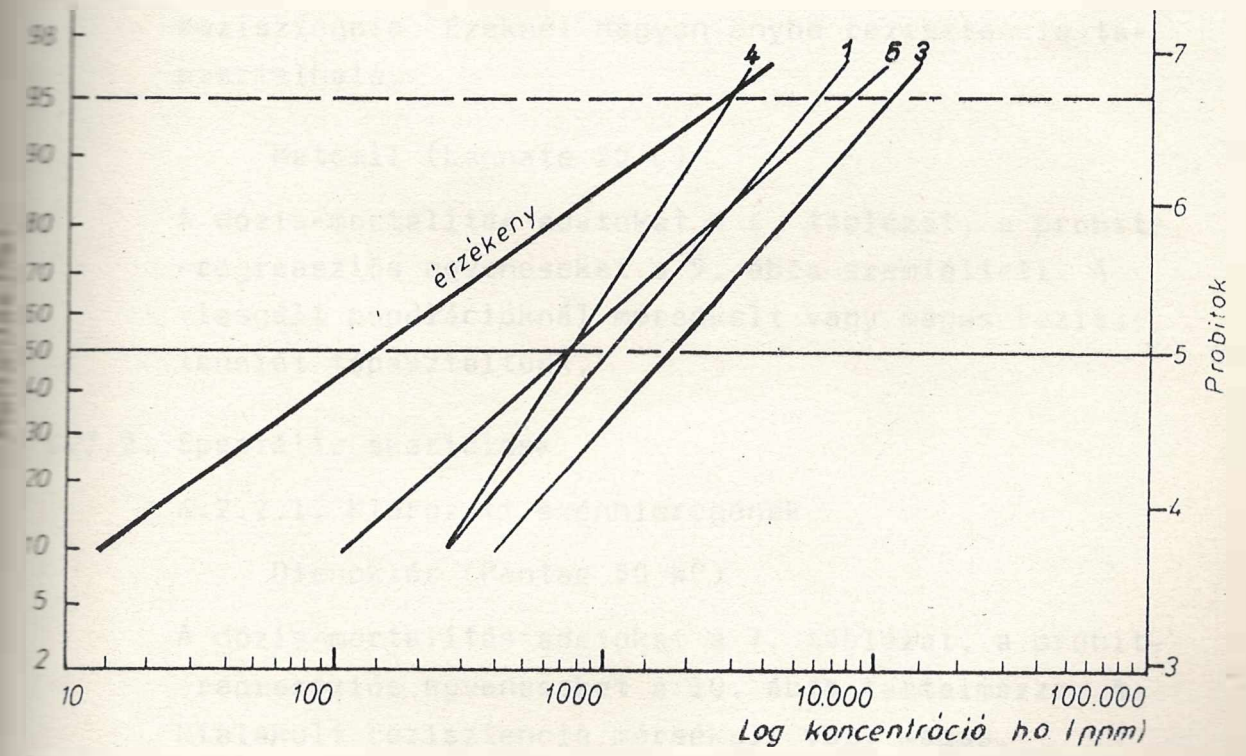
A protoát és RA-17 dózis-hatás adatai

a természetes Tetranychus urticae populációk és az ICI referencia törzs esetében

Vizsgált hatóanyag (készitmény)	A populáció száma	származási helye	LC_{50} (ppm,h.a.)	Konfidencia-intervallum (95%) Alsó	Felső	LC_{95} (ppm.h.a.)	Regressziós együttható és szórása (95 %)			Rezisztencia index LC_{50}	Rezisztencia index LC_{95}
protoát	1.	Sárszentmihály I.	4164,6	2743,4	6322,0	23890,3	2,2	±	0,75	1772,3	2566,4
(FAC 40)	2.	Sárszentmihály II.	12863,9	10674,8	15501,9	68314,9	2,3	±	0,48	5474,5	7338,8
	3.	Lébény	2958,3	2143,5	4083,0	20000,5	2,0	±	0,53	1258,9	2148,2
	4.	Csorna	152,5	111,8	208,1	6359,2	1,0	±	0,27	64,9	686,9
	5.	Győr	171,2	134,7	217,5	2804,7	1,3	±	0,29	72,8	301,2
	6.	Veszprém	127,7	102,4	159,4	1524,4	1,5	±	0,31	54,3	163,7
		ICI törzs (Érzékeny)	2,3	2,0	2,8	9,3	2,8	±	0,69	-	-
RA-17	1.	Sárszentmihály I.	1033,7	839,5	1272,8	5742,8	2,2	±	0,48	7,0	2,7
(Atkatox	3.	Lébény	1690,7	1320,2	2165,2	12191,4	1,9	±	0,40	11,5	5,8
50 EC)	4.	Csorna	711,3	595,3	849,7	2135,2	3,4	±	1,07	4,8	1,0
	5.	Győr	661,3	454,1	963,2	7734,5	1,5	±	0,44	4,5	3,7
		ICI törzs (Érzékeny)	147,1	114,5	189,1	2087,5	1,4	±	0,33	-	-



A protoát (FAC 40) probit-regressziós egyenesei a vizsgált közönséges takácsatka populációk és az érzékeny ICI törzs esetében



1. ábra Az RA-17 (Atkatox 50 EC) probit-regressziós egyenesei a vizsgált közönséges takácsatka populációk és az érzékeny ICI törzs esetében

van szó (hiszen a vizsgálatokat többször megismételtük), hanem arról hogy ennél a 2 populációnál az LC_{50} értékek alacsonyabbak, mint az érzékeny törzsnél. Más, itt nem szerepeltetett populációknál ez az eltérés még nagyobb. A jelenség oka negativ keresztrezisztencia, csak egyenlőre még nem tudjuk, hogy mi ill. melyik anyag váltotta ki. Amennyiben sikerül az okot kideriteni, egy nagyon eredményes védekezési módszer birtokába juthatnánk. Arról van szó ugyanis, hogy azzal a bizonyos negativ keresztrezisztenciát kiváltó anyaggal a populációkat érzékennyé (szuper érzékennyé) tennék az oxamillal szemben, majd akár a jelenleg használt dózisnál is alacsonyabb oxamil adaggal elpusztithatnánk őket. A 4-5. populációknál nincs meg ez a negativ keresztrezisztencia. Ezeknél nagyon enyhe rezisztencia tapasztalható.

Metomil (Lannate 20 L)

A dózis-mortalitás adatokat a 6. táblázat, a probit-regressziós egyeneseket a 9. ábra szemlélteti. A vizsgált populációknál mérsékelt vagy magas rezisztenciát tapasztaltunk.

6.2.2. Speciális akaricidek

6.2.2.1. Klórozott szénhidrogének

Dienoklór (Pentac 50 WP)

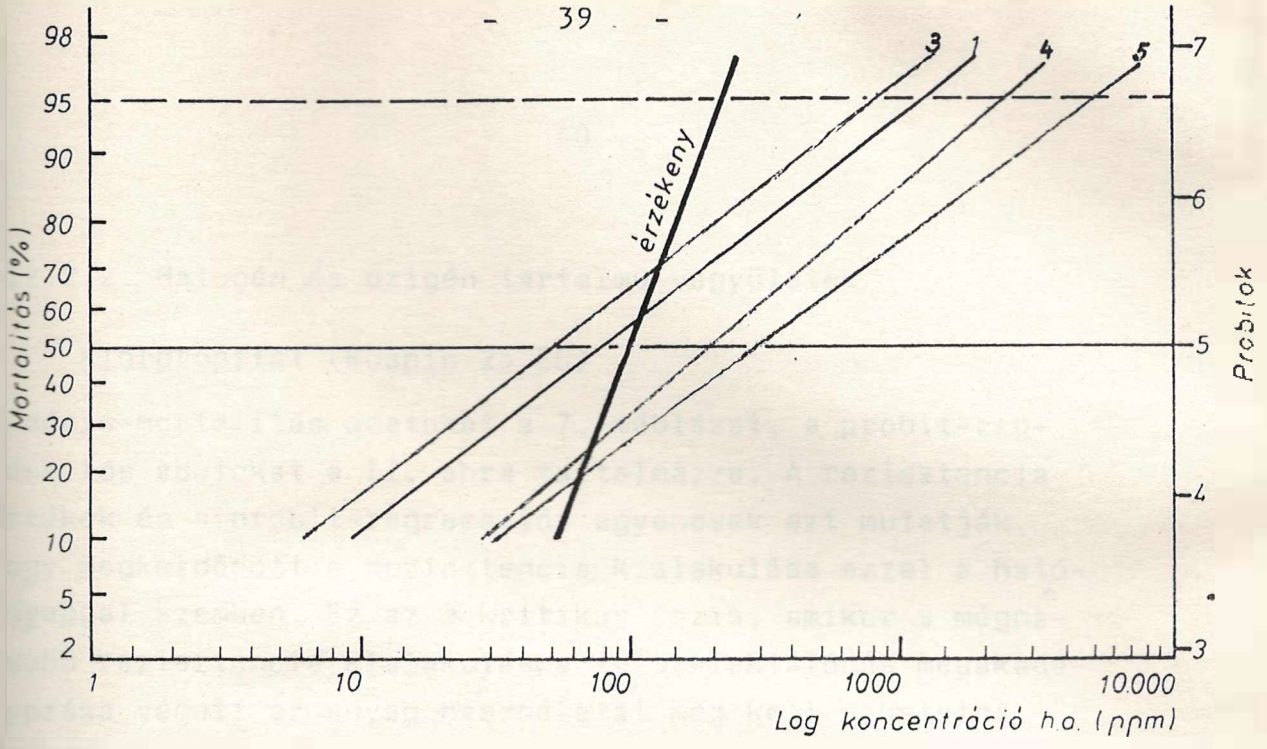
A dózis-mortalitás adatokat a 7. táblázat, a probit-regressziós egyeneseket a 10. ábra tartalmazza. A kialakult rezisztencia mérsékelt vagy magas.

6. táblázat

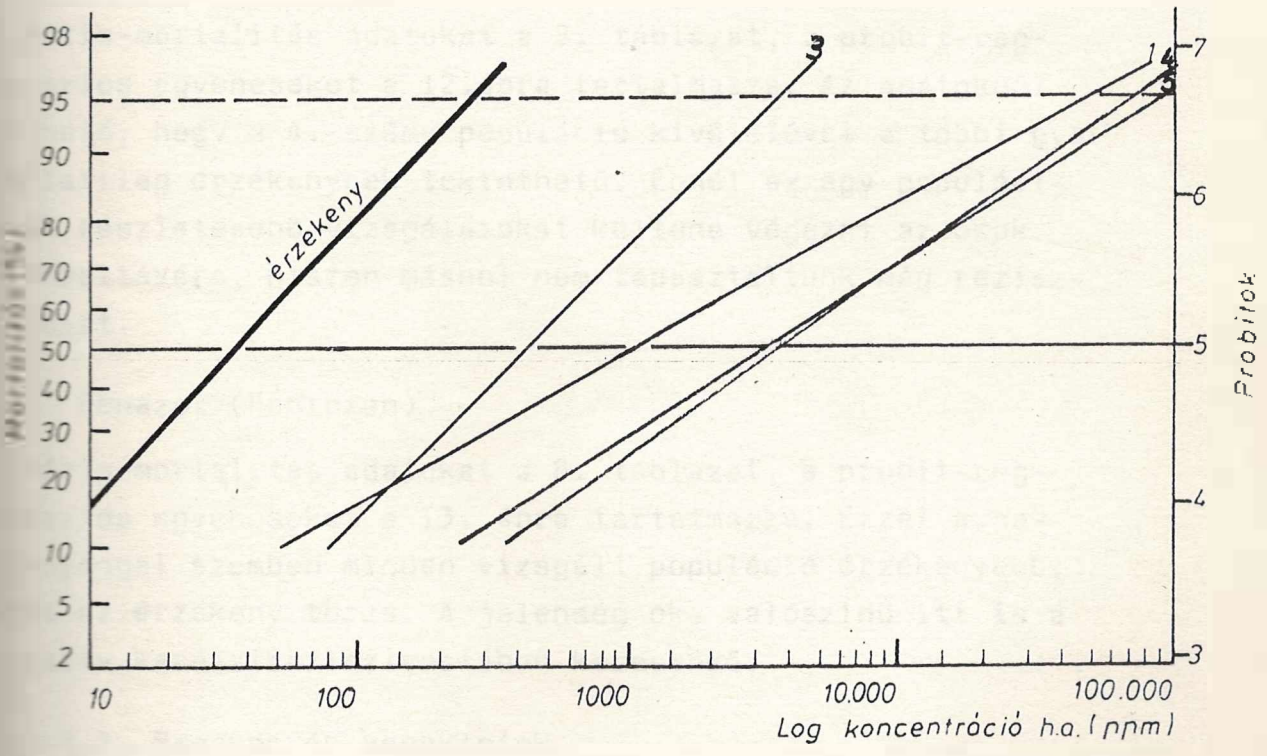
Az oxamil és metomil dózis-hatás adatai

a természetes letranychus urticae populációk és az ICI referencia törzs esetében

Vizsgált hatóanyag (készitmény)	A populáció száma	származási helye	LC_{50} (ppm,h.a.)	Konfidencia-intervallum (95%) Alsó	Felső	LC_{95} (ppm.h.a.)	Regressziós együttható és szórása (95 %)	Rezisztencia index LC_{50}	LC_{95}
oxamil	1.	Sárszentmihály I.	80,5	55,3	117,2	1389,2	1,3 ± 0,34	0,74	5,93
(Vydate L)	3.	Lébény	50,8	31,5	81,8	850,3	1,3 ± 0,38	0,46	1,16
	4.	Csorna	218,6	147,8	273,4	2506,8	1,5 ± 0,31	2,02	10,71
	5.	Győr	376,9	300,5	472,8	5168,9	1,4 ± 0,30	3,48	22,09
		ICI törzs (Érzékeny)	108,2	89,4	131,0	234,0	2,0 ± 0,37	-	-
metomil	1.	Sárszentmihály I.	1060,6	755,4	1489,1	49210,3	1,0 ± 0,28	30,4	188,7
(Lannate 20 L)	3.	Lébény	432,6	325,8	574,4	3871,0	1,7 ± 0,39	12,4	14,8
	4.	Csorna	3761,0	2821,0	5014,3	73664,6	1,3 ± 0,30	108,0	282,4
	5.	Győr	3464,0	2533,1	4737,0	98672,0	1,1 ± 0,27	99,5	378,3
		ICI törzs (Érzékeny)	34,8	28,2	43,0	260,8	1,9 ± 0,36	-	-



8. ábra Az oxamil (Vydate L) probit-regressziós egyenesei a vizsgált közönséges takácsatka populációk és az érzékeny ICI törzs esetében



9. ábra A metomil (Lannate 20 L) probit-regressziós egyenesei a vizsgált közönséges takácsatka populációk és az érzékeny ICI törzs esetében

4.2.2.2. Halogén és oxigén tartalmu vegyületek

Klórpropilát (Rospin 25 EC)

A dózis-mortalitás adatokat a 7. táblázat, a probit-regressziós adatokat a 11. ábra tartalmazza. A rezisztencia értékek és a probit-regressziós egyenesek azt mutatják, hogy megkezdődött a rezisztencia kialakulása ezzel a hatóanyaggal szemben. Ez az a kritikus fázis, amikor a mégnagyobb rezisztencia kialakulás, a tulszelektálódás megakadályozása végett az anyag használatát meg kell szüntetni. Ezben ez az a pont, ahol a termelő - érezve a hatáscsökkenést - a dózisemeléshez szokott folyamodni. Ez azonban azzal ellenkező hatást vált ki.

Brómpropilát (Neoron 500 EC)

A dózis-mortalitás adatokat a 8. táblázat, a probit-regressziós egyeneseket a 12.ábra tartalmazza. Az adatokból látható, hogy a 4. számu populáció kivételével a többi gyakorlatilag érzékenynek tekinthető. Ennél az egy populációnál részletesebb vizsgálatokat kellene végezni az okok felderitésére, hiszen máshol nem tapasztaltunk még rezisztenciát.

Fenazox (Fentoxan)

A dózis-mortalitás adatokat a 8. táblázat, a probit-regressziós egyeneseket a 13. ábra tartalmazza. Ezzel a hatóanyaggal szemben minden vizsgált populáció érzékenyebb, mint az érzékeny törzs. A jelenség oka valószinü itt is a negativ keresztrezisztenciában keresendő.

4.2.2.3. Szerves ón-vegyületek

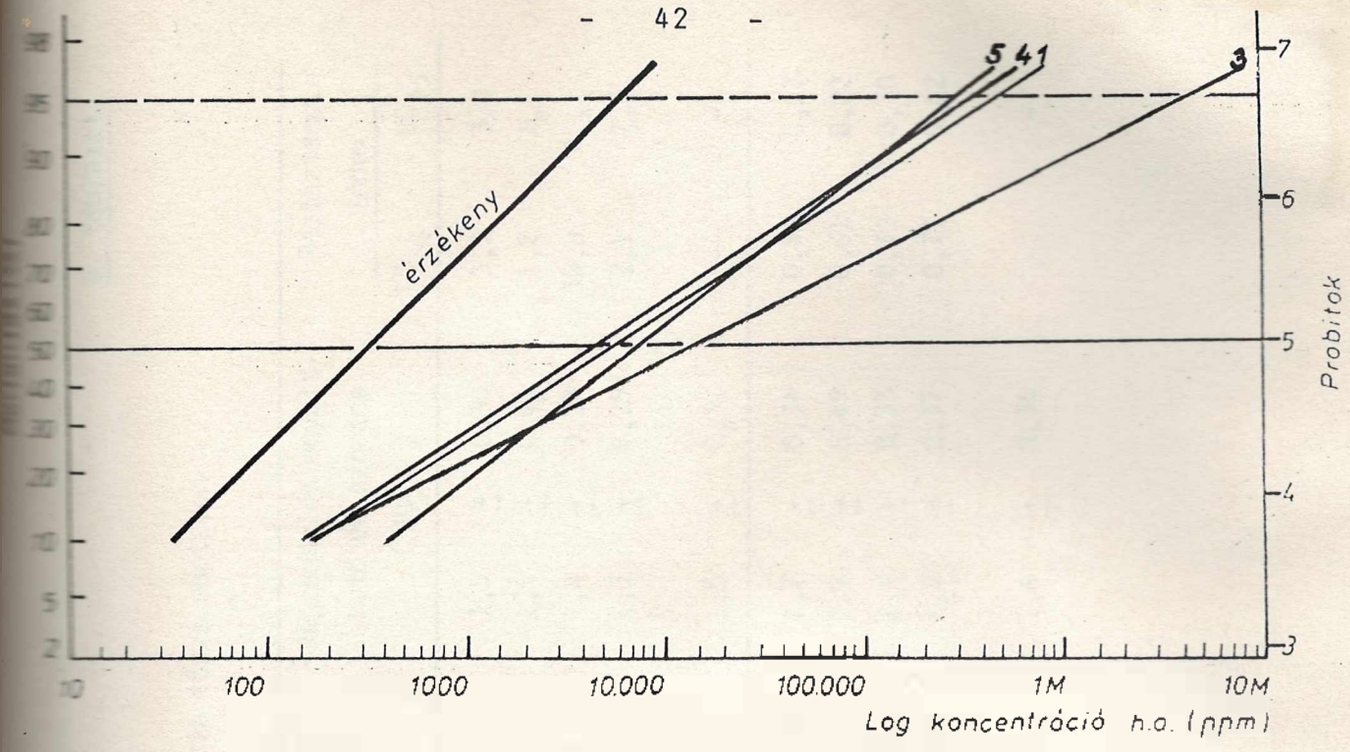
Cihexatin (Plictran 25 W)

A dózis-mortalitás adatokat a 9. táblázat, a probit-regressziós egyeneseket a 14. ábra tartalmazza. A 2, 4 és 5

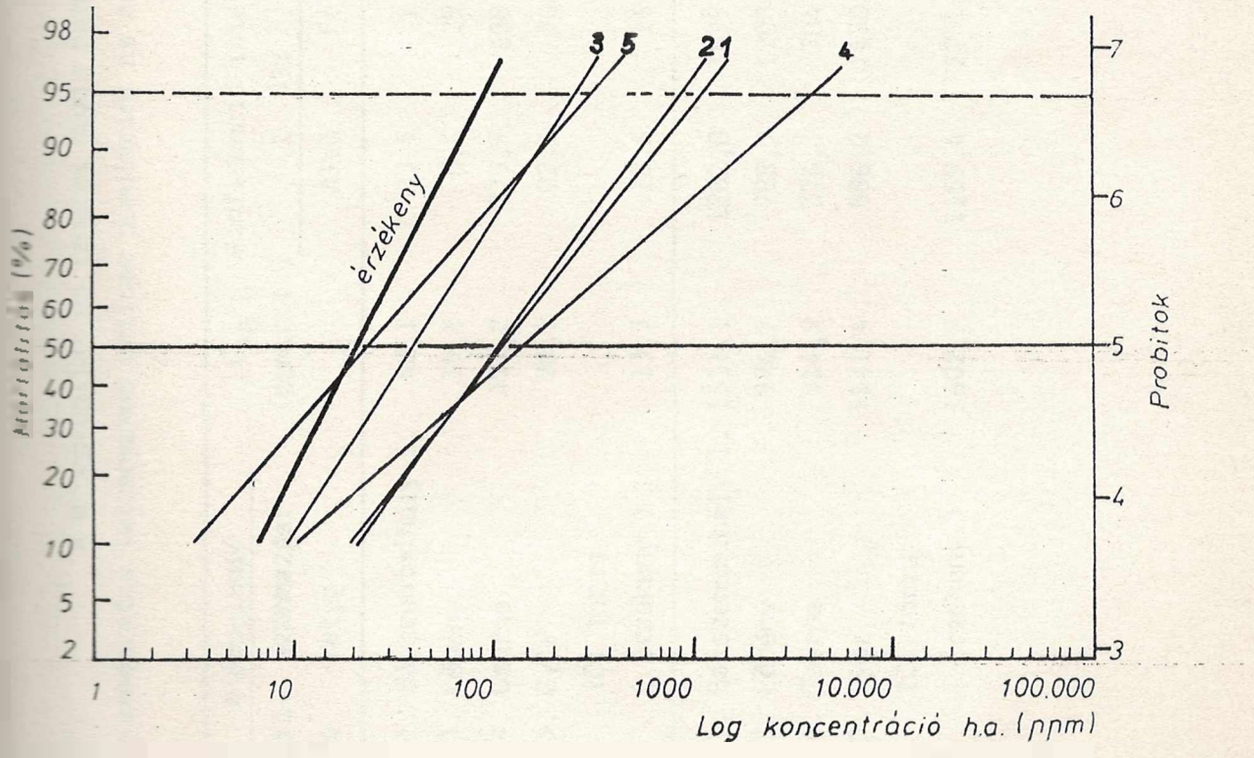
7. táblázat

A dienoklór és klórpropilát dózis hatás adatai
a természetes Tetranychus urticae populációk és az ICI referencia törzs esetében

Vizsgált hatóanyag (készitmény)	A populáció szá-ma	származási helye	LC_{50} (ppm,h.a.)	Konfidencia-intervallum (95%) Alsó	Felső	LC_{95} (ppm.h.a.)	Regressziós együttható és szórása (95 %)	Rezisztencia index LC_{50}	LC_{95}
dienoklór	1.	Sárszentmihály I.	5734,9	3912,4	8406,5	490305,3	0,85 ± 0,27	17,9	80,1
(Pentac	3.	Lébény	14098,2	8519,0	23331,4	4999069,0	0,65 ± 0,26	43,9	816,3
50 WP)	4.	Csorna	2513,0	1368,3	4615,5	476157,9	0,72 ± 0,27	7,8	77,7
	5.	Győr	6988,1	5080,8	9611,8	314740,7	0,99 ± 0,27	21,8	51,4
		ICI törzs (Érzékeny)	320,8	219,7	583,1	6124,0	1,32 ± 0,49	-	-
klórpropilát	1.	Sárszentmihály I.	127,1	103,5	156,1	1200,7	1,69 ± 0,32	6,1	13,3
(Rospin	2.	Sárszentmihály II.	120,4	97,0	149,4	925,5	1,86 ± 0,34	5,8	10,3
25 EC)	3.	Lébény	42,9	35,6	51,7	270,0	2,06 ± 0,38	2,1	3,0
	4.	Csorna	141,4	105,4	189,7	3923,3	1,14 ± 0,28	6,8	43,5
	5.	Győr	26,3	19,3	35,9	364,3	1,44 ± 0,36	1,3	4,0
		ICI törzs (Érzékeny)	20,9	16,9	25,9	90,2	2,58 ± 0,58	-	-



10. ábra A dienoklór (Pentac 50 WP) probit-regressziós egyenesei a vizsgált közönséges takácsatka populációk és az érzékeny ICI törzs esetében

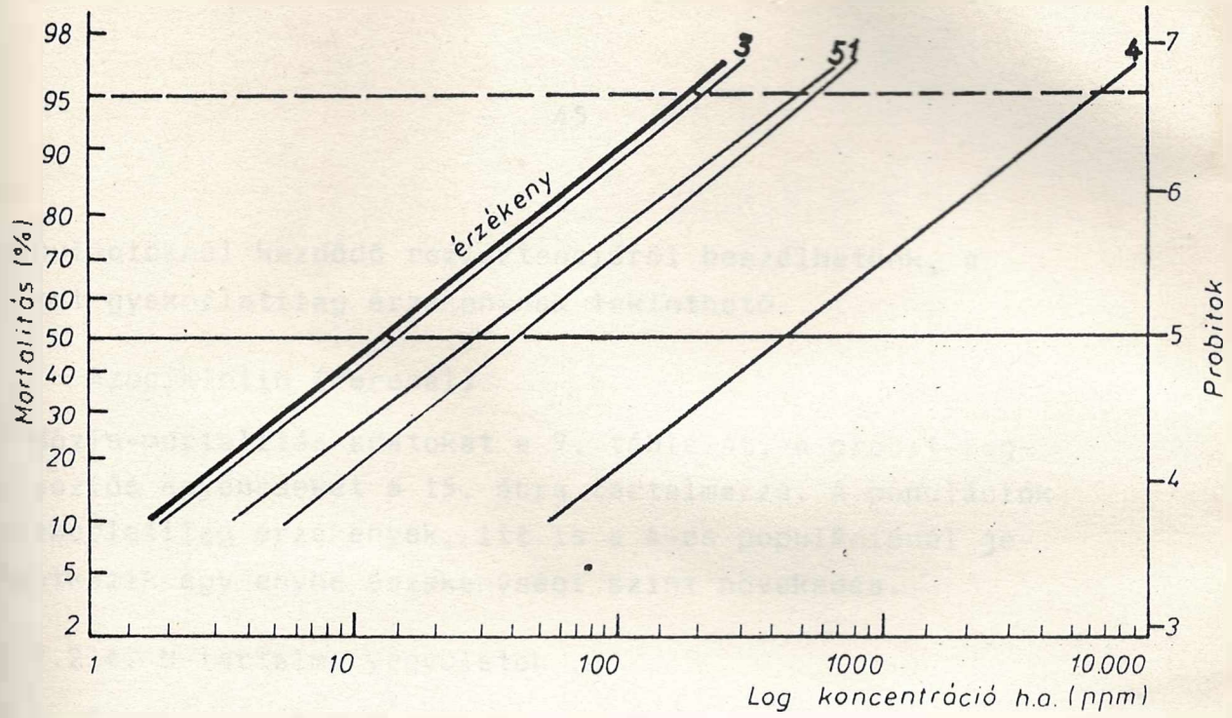


11. ábra A klórpropilát (Rospin 25 EC) probit-regressziós egyenesei a vizsgált közönséges takácsatka populációk és az érzékeny ICI törzs esetében

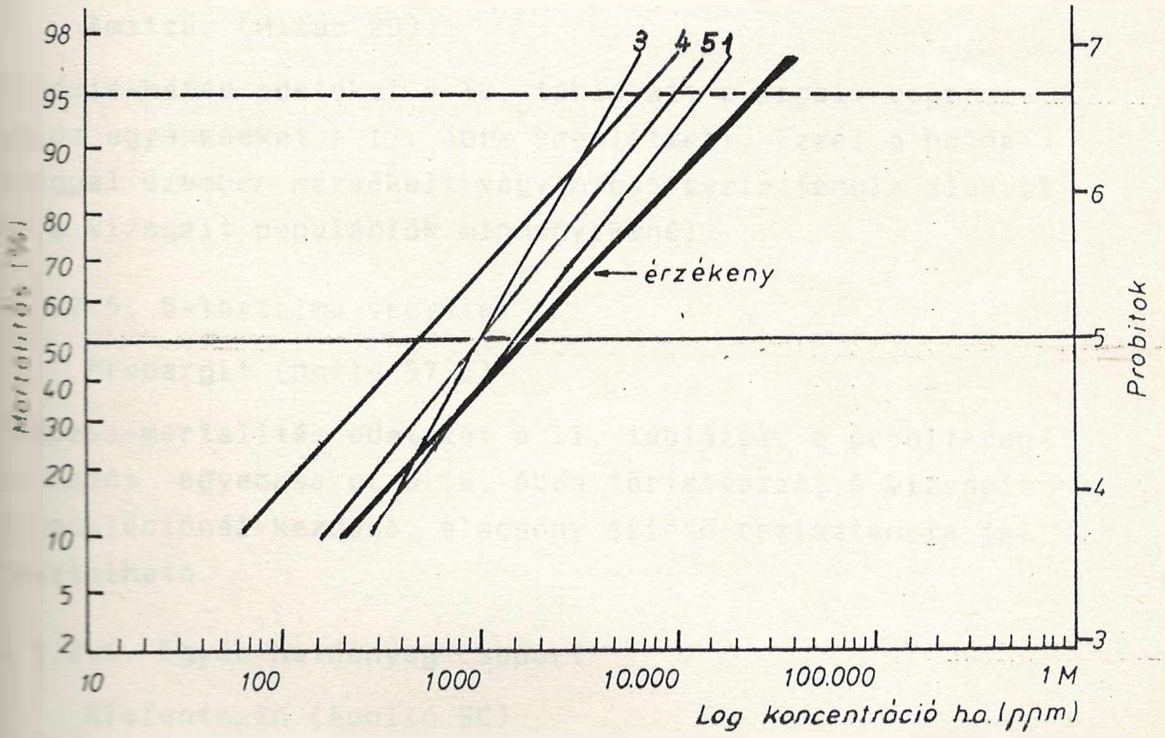
8. táblázat

A brómpropilát és fenazox dózis hatás adatai
a természetes Tetranychus urticae populációk és az ICI referencia törzs esetében

Vizsgált hatóanyag (készitmény)	A populáció száma	származási helye	LC_{50} (ppm,h.a.)	Konfidencia-intervallum (95%) Alsó	Felső	LC_{95} (ppm.h.a.)	Regressziós együttható és szórása (95 %)	Rezisztencia index LC_{50}	LC_{95}
brómpropilát	1.	Sárszentmihály I.	42,1	33,5	52,8	566	1,5 ± 0,30	3,2	3,0
(Neoron	3.	Lébény	15,8	8,6	29,0	217	1,4 ± 0,47	1,2	1,1
500 EC)	4.	Csorna	477,2	373,9	608,0	7768	1,4 ± 0,29	35,8	41,1
	5.	Győr	28,5	22,1	36,7	539	1,3 ± 0,29	2,1	2,8
		ICI törzs (Érzékeny)	13,3	10,6	16,7	189	1,5 ± 0,31	-	-
fenazox	1.	Sárszentmihály I.	1511,1	1202,0	1899,8	14210,9	1,7 ± 0,34	0,94	0,57
(Fentoxan)	3.	Lébény	976,5	788,9	1208,6	5391,8	2,2 ± 0,49	0,61	0,22
	4.	Csorna	514,9	376,3	704,5	7450,8	1,4 ± 0,33	0,32	0,30
	5.	Győr	1141,4	886,2	1470,0	10586,8	1,7 ± 0,37	0,71	0,42
		ICI törzs (Érzékeny)	1602,9	1159,4	2255,6	24667,9	1,6 ± 0,34	-	-



12. ábra A brómpropilát (Neoron 500 EC) probit-regressziós egyenesei a vizsgált közönséges takácsatka populációk és az érzékeny ICI törzs esetében



13. ábra A fenazox (Fentoxan) probit-regressziós egyenesei a vizsgált közönséges takácsatka populációk és az érzékeny ICI törzs esetében

populációknál kezdődő rezisztenciáról beszélhetünk, a többi gyakorlatilag érzékenynek tekinthető.

Azociklotin (Peropal)

A dózis-mortalitás adatokat a 9. táblázat, a probit-regressziós egyeneseket a 15. ábra tartalmazza. A populációk gyakorlatilag érzékenyek, itt is a 4-es populációnál jelentkezik egy enyhe érzékenységi szint növekedés.

6.2.2.4. N-tartalmu vegyületek

Dinobuton (Acrex 30 EC)

A dózis-hatás adatokat a 10. táblázat, a probit-regressziós egyeneseket a 16. ábra tartalmazza. A 2. populációnál van egy érzékenységi szint növekedés, a többi érzékeny.

Amitráz (Mitac 20)

A dózis-hatás adatokat a 10. táblázat, a probit-regressziós egyeneseket a 17. ábra szemlélteti. Ezzel a hatóanyaggal szemben mérsékelt vagy magas rezisztencia alakult ki a vizsgált populációk mindegyikénél.

6.2.2.5. S-tartalmu vegyület

Propargit (Omite 57 E)

A dózis-mortalitás adatokat a 11. táblázat, a probit-regressziós egyeneseket a 18. ábra tartalmazza. A vizsgált 3 populációnál kezdődő, alacsony szintü rezisztencia tapasztalható.

6.2.2.6. Egyéb hatóanyag csoport

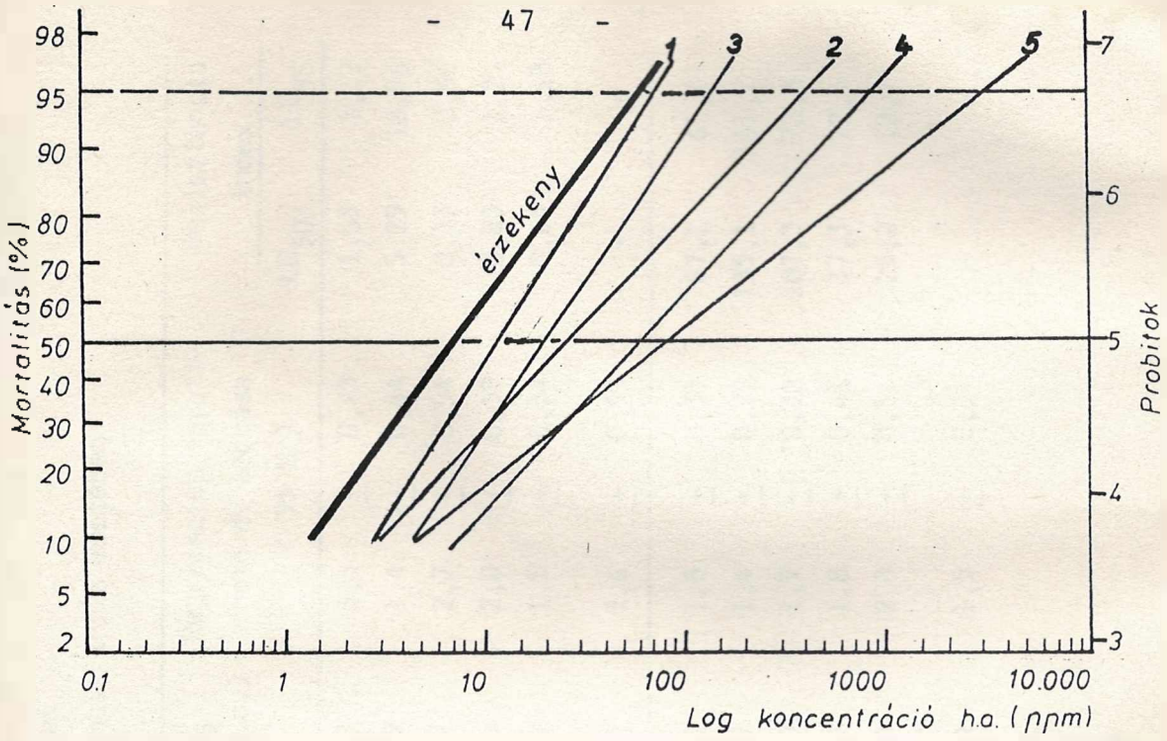
Klofentezin (Apolló SC)

A dózis-mortalitás adatokat a 11. táblázat, a probit-regressziós egyeneseket a 19. ábra tartalmazza. Az adatokból

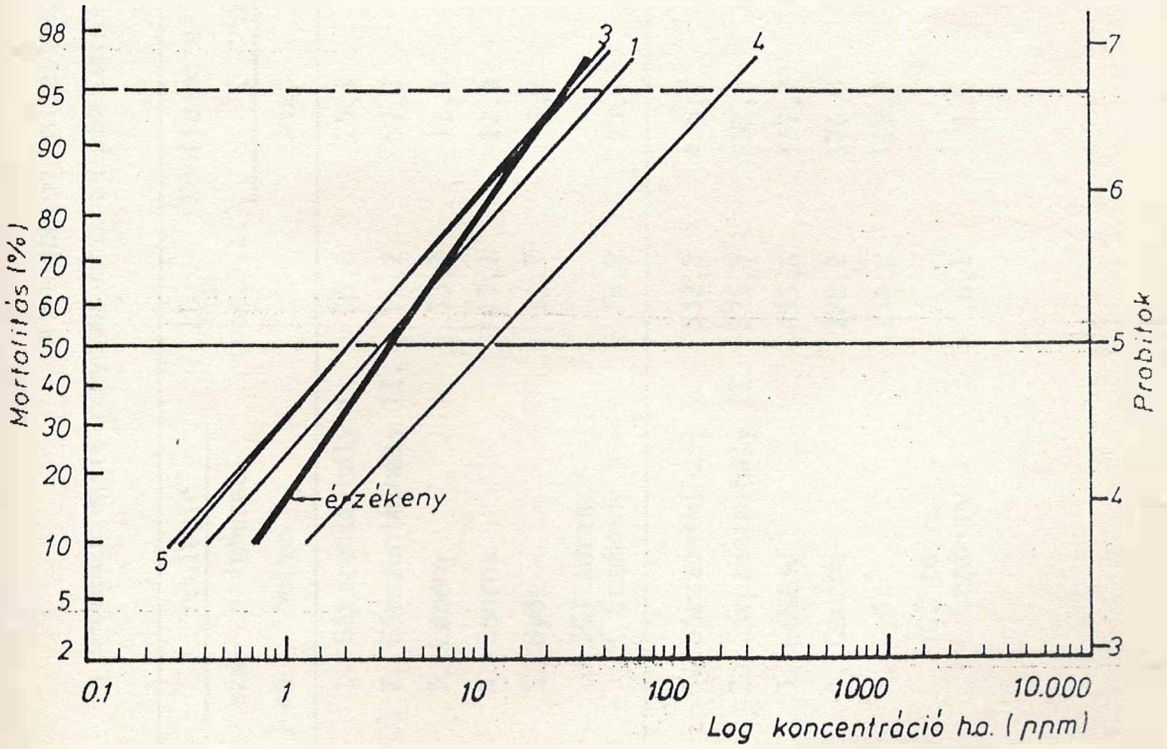
9. táblázat

A cihexatin és azociklotion dózis-hatás adatai
a természetes Tetranychus urticae populációk és az ICI referencia törzs esetében

Vizsgált hatóanyag (készitmény)	A populáció szá-ma	származási helye	LC_{50} (ppm,h.a.)	Konfidencia-intervallum (95%) Alsó	Felső	LC_{95} (ppm.h.a.)	Regressziós együttható és szórása (95 %)	Rezisztencia index LC_{50}	LC_{95}
cihexatin	1.	Sárszentmihály I.	12,7	10,5	15,4	69,8	2,2 ± 0,44	1,8	1,2
(Plictran	2.	Sárszentmihály II.	27,2	21,4	34,5	420,8	1,4 ± 0,29	3,7	7,0
25 W)	3.	Lébény	11,3	9,0	14,2	81,3	1,9 ± 0,41	1,6	1,3
	4.	Csorna	64,4	50,9	81,6	934,7	1,4 ± 0,30	9,0	15,5
	5.	Győr	76,2	55,4	104,8	2082,7	1,1 ± 0,30	10,6	34,5
		ICI törzs (Érzékeny)	7,2	5,7	9,5	60,3	2,2 ± 0,53	-	-
azociklotin	1.	Sárszentmihály I.	3,28	2,55	4,22	42,8	1,47 ± 0,32	0,97	1,79
(Peropal)	3.	Lébény	3,32	2,70	4,10	26,5	1,82 ± 0,35	0,99	1,11
	4.	Csorna	10,30	8,10	13,15	168,7	1,40 ± 0,30	3,05	7,08
	5.	Győr	2,33	1,76	3,10	29,8	1,49 ± 0,34	0,69	1,25
		ICI törzs (Érzékeny)	3,37	2,72	4,16	23,8	2,03 ± 0,43	-	-



14. ábra A cihexatin (Plictran 25 W) probit-regressziós egyenesei a vizsgált közönséges takácsatka populációk és az érzékeny ICI törzs esetében



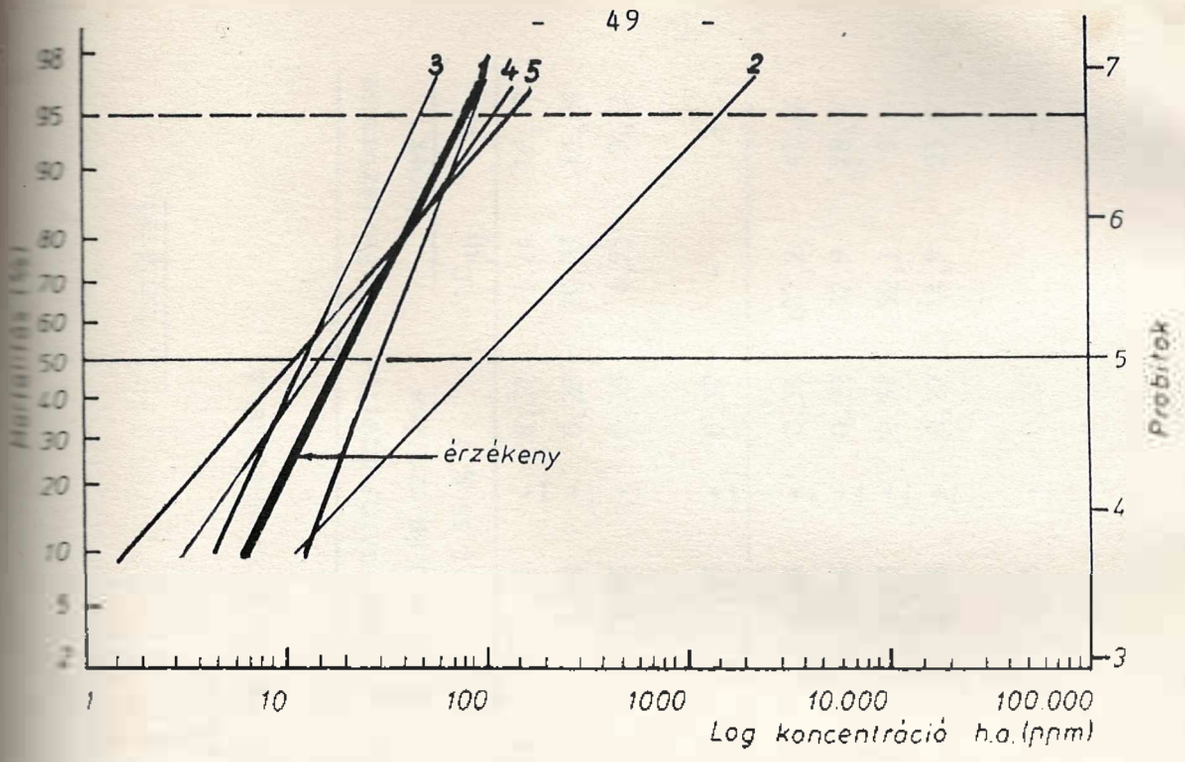
15. ábra Az azociklotin (Peropal) probit-regressziós egyenesei a vizsgált közönséges takácsatka populációk és az érzékeny ICI törzs esetében

10. táblázat

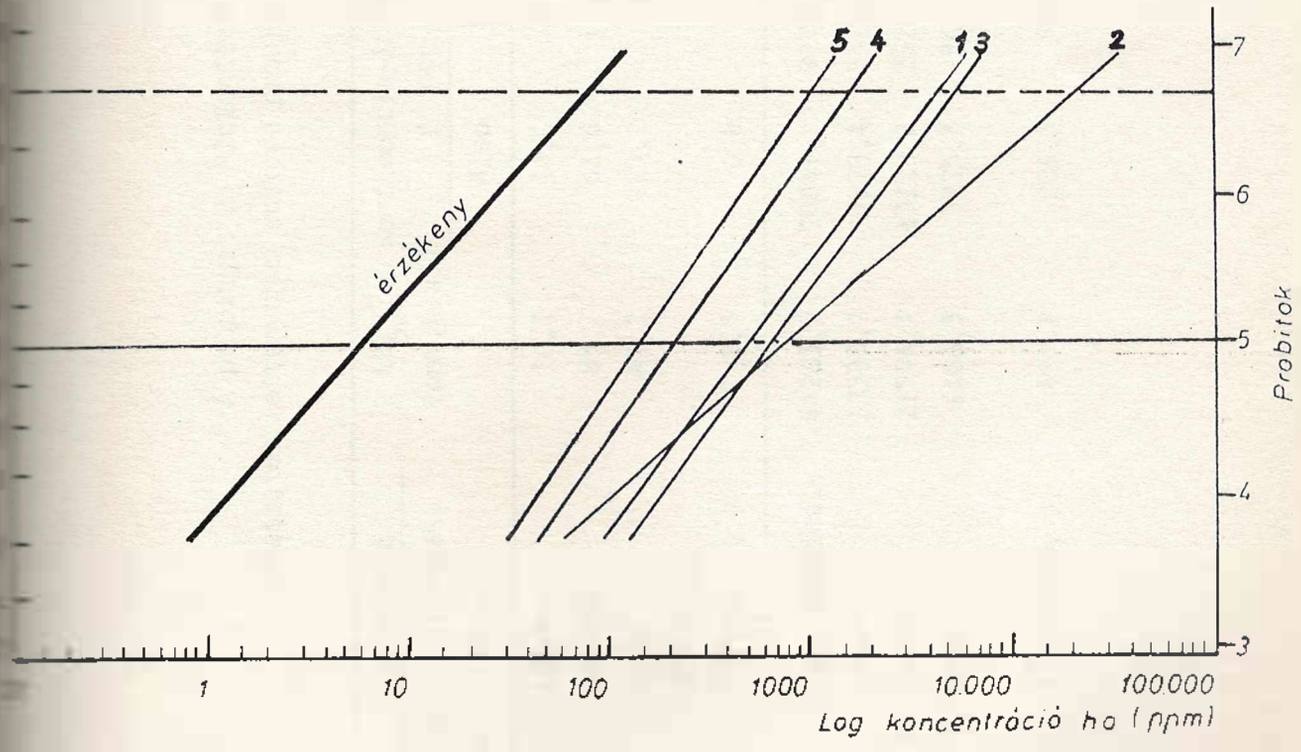
A dinobuton és amitráz dózis-hatás adatai

a természetes Tetranychus urticae populációk és az ICI referencia törzs esetében

Vizsgált hatóanyag (készitmény)	A populáció száma	származási helye	LC_{50} (ppm,h.a.)	Konfidencia-intervallum (95%) Alsó	Felső	LC_{95} (ppm.h.a.)	Regressziós együttható és szórása (95 %)	Rezisztencia index LC_{50}	LC_{95}
dinobuton	1.	Sárszentmihály I.	30,0	25,4	35,5	89,7	3,5 ± 0,73	1,65	1,12
(Acrex 30 EC)	2.	Sárszentmihály II.	96,2	57,3	161,5	1517,9	1,4 ± 0,44	5,29	18,96
	3.	Lébény	13,3	11,4	15,6	52,7	2,7 ± 0,54	0,73	0,66
	4.	Csorna	15,1	12,4	18,4	98,9	2,0 ± 0,39	0,83	1,23
	5.	Győr	11,7	8,9	15,4	134,7	1,5 ± 0,34	0,64	1,68
		ICI törzs (Érzékeny)	18,2	15,2	21,7	80,1	2,6 ± 0,53	-	-
amitráz	1.	Sárszentmihály I.	532,5	435,7	650,8	4853,2	1,8 ± 0,33	87,1	61,1
(Mitac 20)	2.	Sárszentmihály II.	825,9	652,8	1044,8	12805,7	1,4 ± 0,29	135,1	161,2
	3.	Lébény	655,6	537,7	799,3	5781,9	1,7 ± 0,32	107,3	72,8
	4.	Csorna	228,2	176,0	295,8	1772,2	1,8 ± 0,41	37,3	22,3
	5.	Győr	154,2	112,7	210,9	1025,4	2,0 ± 0,54	25,2	12,9
		ICI törzs (Érzékeny)	6,1	4,8	7,7	79,4	1,5 ± 0,31	-	-



14. ábra A dinobuton (Acrex 30 EC) probit-regressziós egyenesei a vizsgált közönséges takácsatka populációk és az érzékeny ICI törzs esetében

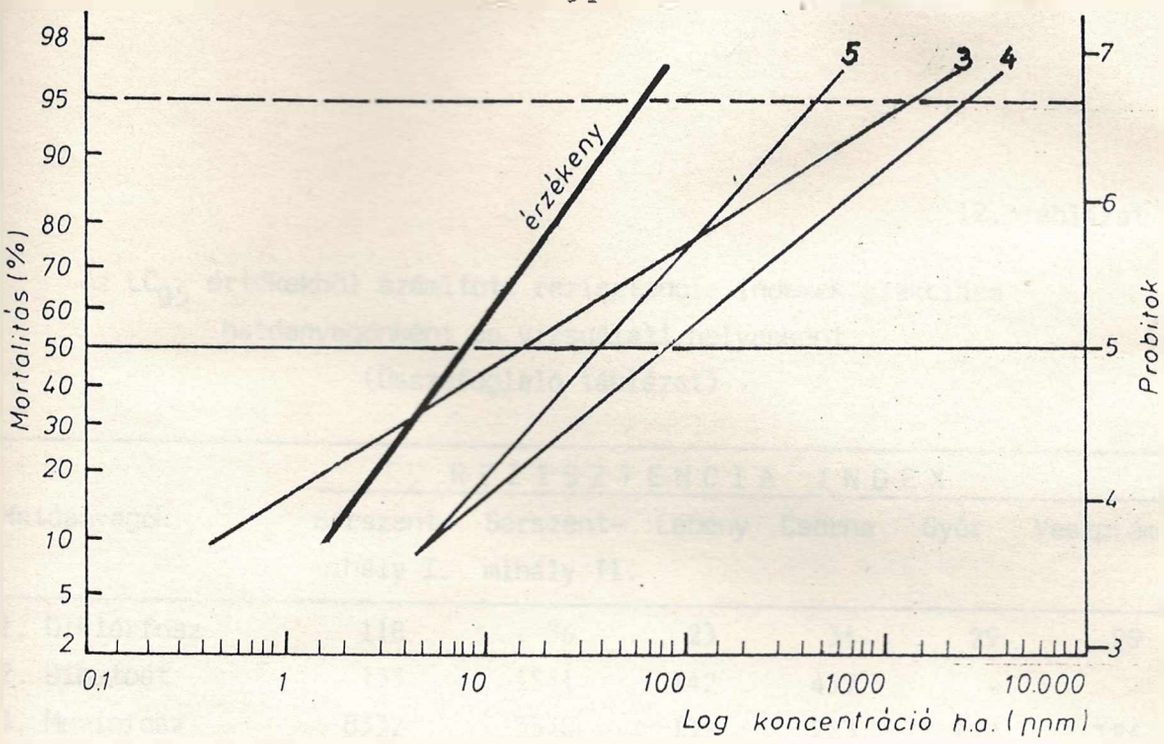


15. ábra Az Amitráz (Mitac 20) probit-regressziós egyenesei a vizsgált közönséges takácsatka populációk és az érzékeny ICI törzs esetében

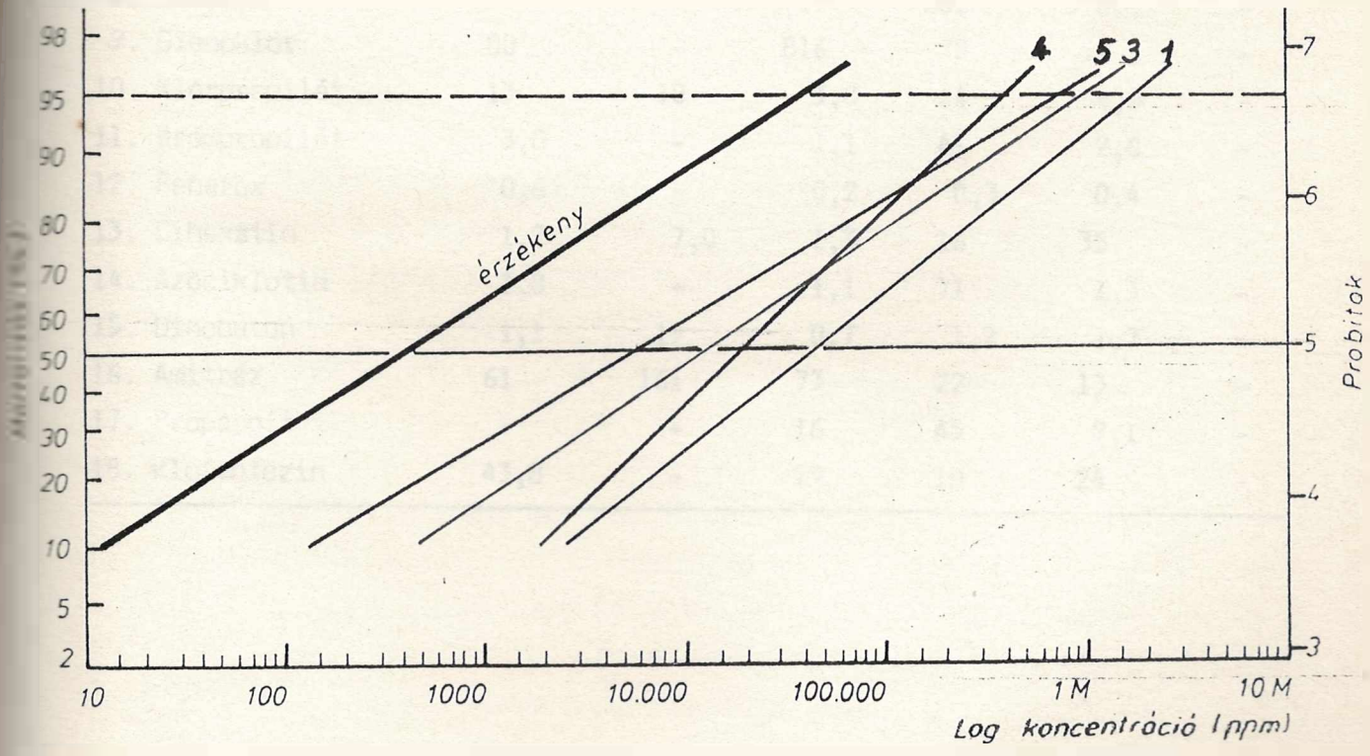
11. táblázat

A propargit és klofentezin dózis-hatás adatai
a természetes Tetranychus urticae populációk és az ICI referencia törzs esetében

Vizsgált hatóanyag (készitmény)	A populáció száma	származási helye	LC_{50} (ppm,h.a.)	Konfidencia-intervallum (95%) Alsó	Felső	LC_{95} (ppm.h.a.)	Regressziós együttható és szórása (95 %)			Rezisztencia index LC_{50}	Rezisztencia index LC_{95}
propargit	3.	Lébény	16,1	14,6	46,6	992,4	1,04	±	0,32	3,14	16,17
(Omite 57 E)	4.	Csorna	85,7	61,6	119,2	2777,5	1,10	±	0,28	10,31	45,26
	5.	Győr	41,2	29,2	58,0	559,5	1,45	±	0,36	4,95	9,11
		ICI törzs (Érzékeny)	8,3	6,8	10,1	61,4	1,93	±	0,37	-	-
klofentezin	1.	Sárszentmihály I.	44265,9	20049,8	97730,2	1692779,9	1,04	±	0,36	107,2	43,8
(Apolló SC)	3.	Lébény	13583,7	7978,4	23127,1	1103040,9	0,86	±	0,28	32,9	28,5
	4.	Csorna	21514,7	13128,8	35257,2	370011,6	1,33	±	0,54	52,1	9,6
	5.	Győr	6186,3	3975,3	9626,8	912551,6	0,76	±	0,27	14,9	23,6
		ICI törzs (Érzékeny)	413,1	286,3	597,1	38684,2	0,93	±	0,28	-	-



18. ábra A propargit (Omite 57 E) probit-regressziós egyenesei a vizsgált közönséges takácsatka populációk és az érzékeny ICI törzs esetében



19. ábra A klofentezin (Apolló SC) probit-regressziós egyenesei a vizsgált közönséges takácsatka populációk és az érzékeny ICI törzs esetében

12. táblázat

Az LC_{95} értékekből számitott rezisztencia indexek alakulása hatóanyagonként és vizsgálati helyenként
(Összefoglaló táblázat)

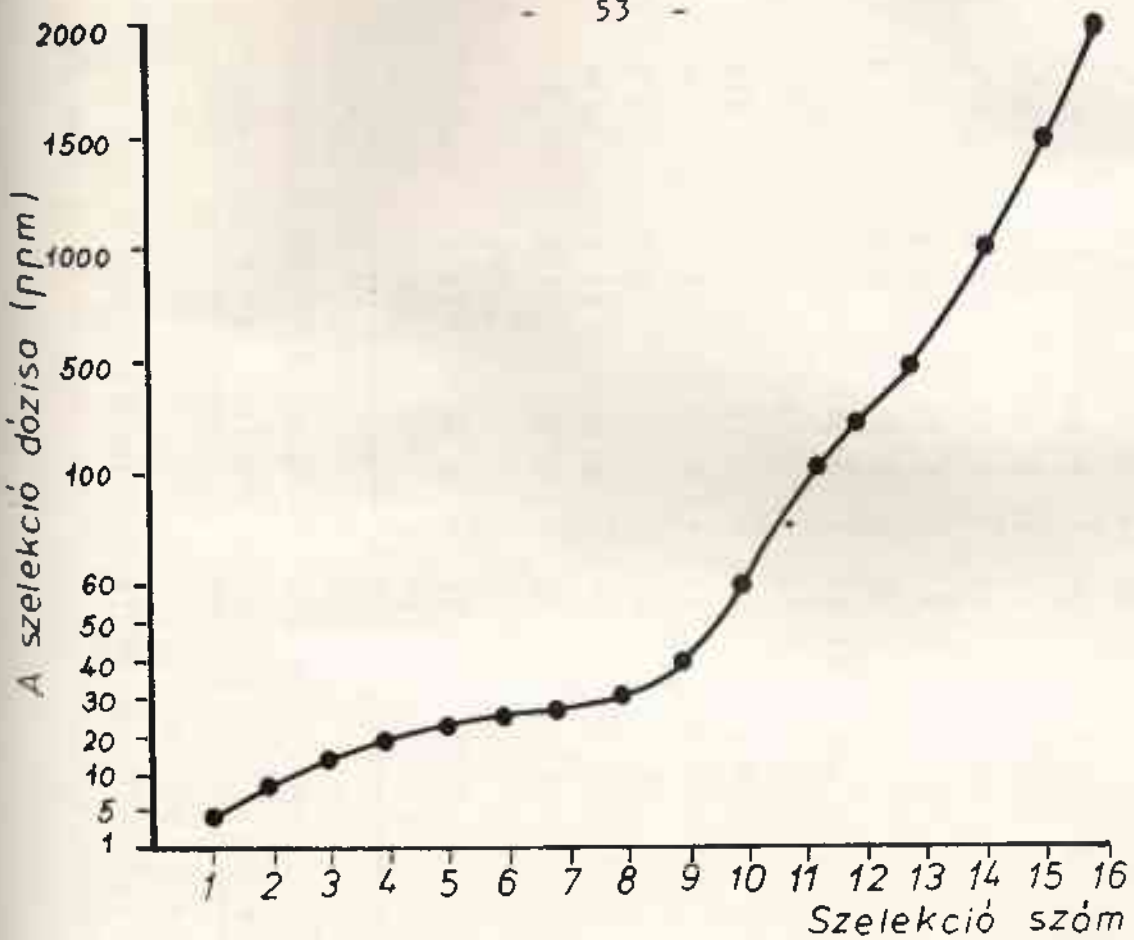
Hatóanyagok	REZISZTENCIA INDEX					
	Sárszent-mihály I.	Sárszent-mihály II.	Lébény	Csorna	Győr	Veszprém
1. Diklórfosz	118	36	23	34	29	29
2. Dimetoát	733	1541	142	457	-	-
3. Mevinfosz	8332	3578	131	223	157	186
4. Foszfamidon	951	2672	627	3084	2159	-
5. Protoát	2566	7339	2148	686	301	164
6. RA-17	2,7	-	5,8	1,0	3,7	-
7. Oxamil	5,9	-	1,2	10,7	22,1	-
8. Metomil	189	-	15	282	378	-
9. Dienoklór	80	-	816	78	51	-
10. Klórpropilát	13	10	3,0	44	4,0	-
11. Brómpropilát	3,0	-	1,1	41	2,8	-
12. Fenazox	0,6	-	0,2	0,3	0,4	-
13. Cihexatin	1,2	7,0	1,3	16	35	-
14. Azociklotin	1,8	-	1,1	71	1,3	-
15. Dinobuton	1,1	19	0,7	1,2	1,7	-
16. Amitráz	61	161	73	22	13	-
17. Propargit	-	-	16	45	9,1	-
18. Klofentezin	43,8	-	29	10	24	-

az látható, hogy a vizsgált populációknál az LC értékek minden esetben magasabbak, mint az érzékeny törzsnél, vagyis mérsékelt ill.magas rezisztencia van.

Ugyanakkor érdemes e jelenség okán elgondolkodni, hiszen ez alapvetően egy ovicid anyag. Ez az imágóknál mutatkozó érzékenységbeli szint növekedés tehát az eredményességben, hatékonyságban nem fog mutatkozni. Ugyanakkor félő, hogy ha az imágóknál ilyen jelenség kialakult, akkor esetleg a tojások esetében is várható. Még azt is meg kell emliteni,hogy ezt a teljesen uj készitményt még olyan mértékben nem használhatták, hogy azzal szemben rezisztencia alakuljon ki. A jelenség mögött tehát a keresztrezisztenciát kell keresnünk. A jövőben érdemes lesz ezt a kérdést részletesebben is tanulmányozni.

6.3. Keresztrezisztencia viszonyok vizsgálata

A foszforsavészterek közül a protoáttal a speciális akaricidek közül az amitrázzal végeztünk keresztrezisztencia vizsgálatokat. A magas repellencia miatt az amitrázzal folytatott vizsgálatokat megszakitottuk, ill. más irányba terelték. A protoáttal végrehajtottunk egy szelekciós programot az ICI érzékeny atkával. A szelekció dózisát ugy állapitottuk meg, hogy a populációnak kb. a 20-30%-a élje csak tul a kezeléseket. A dózisok alakulását a 20. ábra szemlélteti. Az ábrán látható, hogy a 7-8. kezelésig a dózis csak viszonylag lassan növekszik, ill. ezzel párhuzamosan az atkák rezisztenciája. A 9. szelekció után kezdődik egy meredeken emelkedő szakasz, amikor már a rezisztens egyedek olyan mértékben szelektálódtak ki, dusultak fel a populációban, hogy a drasztikus dózisnöveléseket is könnyen elviselték.



20. ábra A szelekció során alkalmazott protoát (FAC 40) dózisoknak az alakulása az ICI érzékeny közönséges takácsatkánál

A rezisztencia kialakulás általunk regisztrált dinamikája megegyezik a szakirodalomban közölt adatokkal, miszerint a 7-10. generáció között kezdődik meg az ugrásszerü növekedés.

A szelekció befejezése után történt visszamérések eredményeit a 13. táblázat tartalmazza. A rezisztencia értékekből látható, hogy a protoát magasszintü keresztrezisztenciát mutat a dimetoátra, mevinfoszra és foszfamidonra.

A diklórfosz esetében is megfigyelhető egy érzékenységi szint növekedés, de közel sem olyan mértékü, mint az előző 3 hatóanyagnál. Ez azt mutatja, hogy a diklórfosszal szembeni rezisztencia más módon alakul ki (más a rezisztencia mechanizmusa), mint a többi vizsgált foszforsavészternél.

13.táblázat

A dózis-hatás adatok alakulása a protoáttal végzett szelekció hatására az ICI érzékeny takácsatka törzsnél

Hatóanyagok	LC_{50} (ppm)	Konfidencia-intervallum (95 %)		LC_{95} (ppm)	Regressziós együttható és szórása (95 %)	Az érzékenységi szintek változása	
		Alsó	Felső			LD_{50}	LD_{95}
Protoát	833,8	633,2	1097,8	21806,6	1,16 ± 0,28	354,8	2342,3
Dimetoát	2865,4	2199,9	3732,0	54419,1	1,29 ± 0,29	609,9	1768,6
Mevinfosz	>1000					>360	
Foszfamidon	1151,7	945,5	1402,9	9578,6	1,79 ± 0,33	121,0	232,2
Diklórfosz	2023,6	1675,7	2443,7	14284,3	1,94 ± 0,35	11,4	20,4
RA-17	80,9	65,1	100,7	984,7	1,52 ± 0,3	0,6	0,5
Oxamil	108,7	85,1	138,9	1862,5	1,33 ± 0,29	1,0	2,5
Metomil	32,7	26,5	40,3	348,4	1,6 ± 0,31	0,9	1,3
Dinobuton	9,5	7,9	11,3	53,4	2,19 ± 0,39	0,5	0,7
Amitráz	14,7	11,8	18,3	118,9	1,81 ± 0,36	2,4	1,5
Klórpropilát	11,2	8,7	14,2	78,8	1,94 ± 0,37	0,5	0,9
Cihexatin	5,0	4,0	6,2	56,0	1,57 ± 0,31	0,7	0,9
Brómpropilát	10,1	8,1	12,5	114,7	1,56 ± 0,31	0,8	0,6
Propargit	4,1	3,2	5,2	57,7	1,43 ± 0,30	0,5	0,9
Dienoklór	471,5	350,3	634,8	16953,6	1,06 ± 0,28	1,5	2,8
Fentoxan	1029,8	832,4	1274,0	9952,5	1,67 ± 0,32	0,6	0,4

A végleges magyarázatot részletes biokémiai és genetikai vizsgálatokkal lehetne megadni. Mindenesetre a diklórfosz használatát a gyakorlat számára javasolni lehet e kedvező tulajdonság miatt.

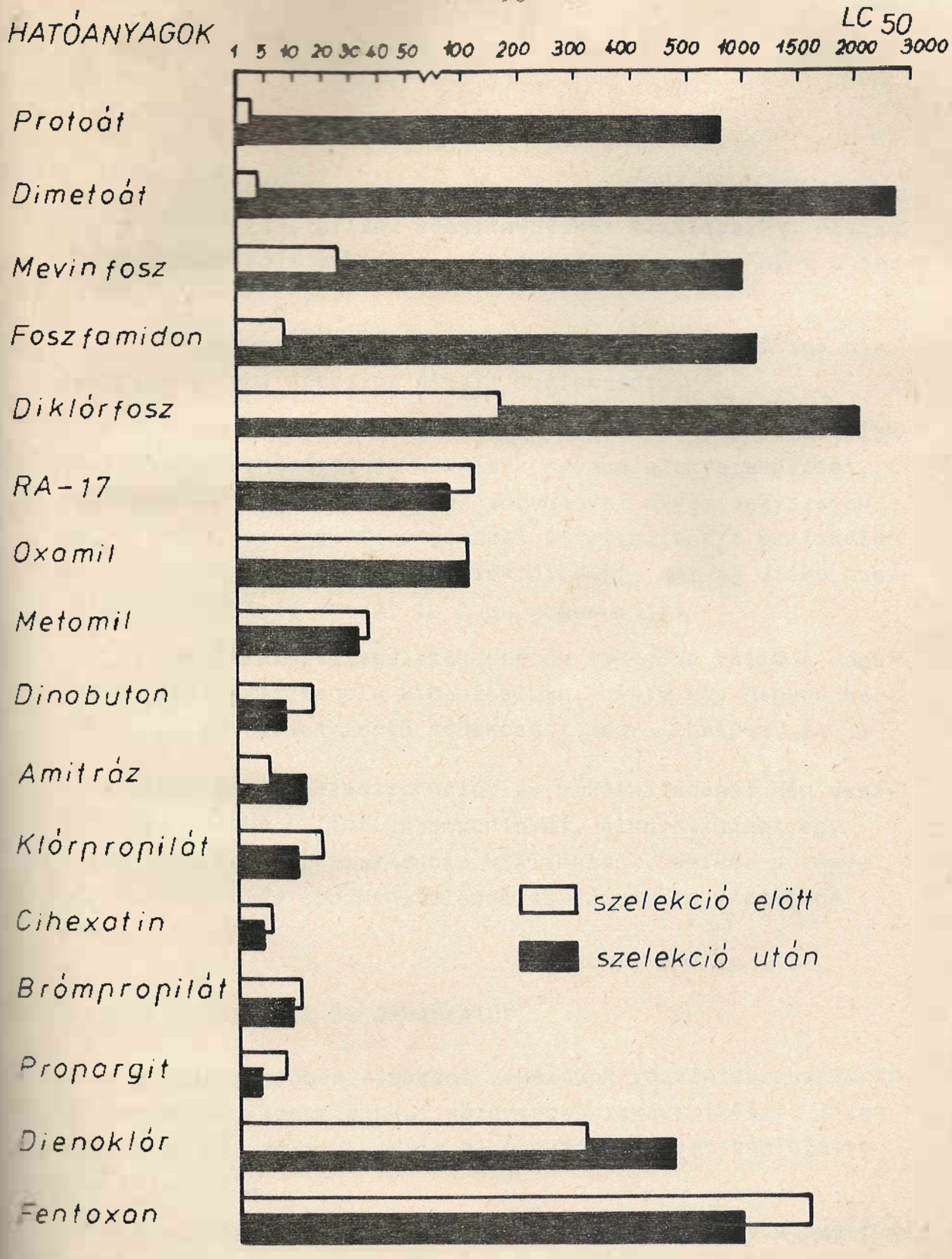
A szelekció talán legnagyobb meglepetése az Atkatoxal kapcsolatos. Ez is egy foszforsavészter, de ahogy látjuk a protoáttal végzett szelekció nem vitte maga után ezt az anyagot is a többihez hasonlóan, vagyis itt nincs keresztrezisztencia. Itt ugyancsak részletesebb vizsgálatokra lenne szükség az okok feltárásában. Az a tény, hogy az Atkatox nem mutat keresztrezisztenciát a többi foszforsavészterre (legalábbis az általunk vizsgáltakra) nagyon megnöveli a piaci esélyeit.

Ha a többi anyagra vonatkozó adatokat vizsgáljuk (amit megkönnyit a 21. ábra) akkor azt látjuk, hogy ezeknél gyakorlatilag nem lehet keresztrezisztenciáról beszélni. Az esetek többségében az érzékenység még csökkent is. Ilyen egyoldalu vegyszerhasználatnál mint a szelekció ez teljesen természetes.

6.4. A védekezéstechnológiák értékelése a rezisztencia szemszögéből nézve

Ha az atkák elleni védekezéstechnológiákat a peszticid rezisztencia szemszögéből nézzük, akkor a következő fő megállapitások tehetők:

1. Az atkák elleni védekezés csak vegyszerekkel nem oldható meg a rezisztencia kialakulás miatt és egyre nehezebben lesz megoldható. Nem marad tehát más, mint az integrált védekezés. Az üvegalatti termesztés egyébként erre nagyon alkalmas.



21. ábra Az LC_{50} értékek alakulása a protoáttal történt szelekció előtt és után az ICI érzékeny közönséges takácsatkánál

2. Amennyiben rákényszerülnek a vegyszerek használatára, ugy a rövid hatástartamu készitményeket alkalmazzák, hiszen a kiszelektálódás veszélye ezeknél jóval kisebb, mint a perzisztens anyagoknál.

3. A vegyszereket rotációban használjuk, mert igy elkerüljük az egy vegyszer általi szelekciót.

4. Rendszeresen vizsgáltassuk meg az atka populációink vegyszerérzékenységét és kövessük nyomon azok alakulását, változását. Igy időben tudjuk abbahagyni olyan vegyszerek használatát, amelyeknél megindult a rezisztencia kialakulás és el tudjuk kerülni a tulszelektálódást, ami az utána használandó peszticid sorsát is igen megnehezíti.

5. Megfelelő vizsgálatok esetén lehetővé válik a negativ keresztrezisztencia kihasználása, amely egy nagyon hatékony és környezetkimélő védekezést tesz lehetővé.

Amennyiben a védekezéstechnológiák kialakitásánál nem veszszük figyelembe a fenti szempontokat, elkövetkezhet egy olyan erős multi-rezisztencia kialakulása, amikor a vegyszeres védekezés eredménytelenné és szinte lehetetlenné válik.

7. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A VEAB régióban elsőként végeztünk részletes peszticid rezisztencia vizsgálatokat közönséges takácsatkával. Ilyen részletes vizsgálatok eddig az ország egyetlen régiójában sem történtek.

A vizsgálatok egyértelmüen bizonyitják, hogy a peszticid rezisztencia a VEAB régióban vizsgált populációknál is elterjedt.

- A vizsgált 6 foszforsavészter tipusu hatóanyag közül 4-el szemben (dimetoát, mevinfosz, foszfamidon, protoát) olyan mértékü rezisztencia alakult ki (több száz vagy ezerszeres), ami megalapozatlánná teszi ezen hatóanyagok használatát. Ebből a hatóanyag csoportból az általunk vizsgált anyagok közül csak 2-őt (diklórfosz, Atkatox 50 EC) tudunk javasolni a rezisztencia kialakulás szempontjából.

- Protoáttal végzett mesterséges szelekciós vizsgálattal megállapitottuk, hogy az emlitett 4 hatóanyag között erős kereszt- ill. multirezisztencia létezik. A diklórfosszal szemben a keresztrezisztencia enyhe, az Atkatox 50 EC esetében pedig egyáltalán nem létezik.

- Kedvező és biztató, hogy egy ilyen hazai originális atkaölőszer esetében mint az Atkatox 50 EC nincs keresztrezisztencia. Érdemes lenne itt részletesebb hatásmechanizmus vizsgálatokat végezni, mert valószinü, hogy az eddigi foszforsavészterektől eltérő tipusu hatásmechanizmussal rendelkezik ez a készitmény, ami talán egy teljesen uj hatóanyag család kifejlesztéséhez vezethetne el.

- A vizsgált 2 karbamát tipusu hatóanyag közül az oxamillal szemben a populációkat gyakorlatilag érzékenyeknek, a metomillal szemben magas rezisztenciájuaknak találtuk.

- A vizsgált 10 speciális akaricid közül 2-vel (dienoklór, amitráz) szemben találtunk mérsékelt vagy magas rezisztenciát. 3 hatóanyag esetében (klórpropilát, propargit, cihexatin) beszélhetünk kezdeti,

kialakulóban lévő rezisztenciáról. 4 hatóanyag esetében (brómpropilát, fenazox, azociklotin, dinobuton) gyakorlatilag nem figyeltünk meg rezisztencia kialakulást.

- 2 hatóanyagnál (oxamil, fenazox) negativ keresztrezisztenciát tapasztaltunk. A jövőben jó lenne ezt a jelenséget alaposabban tanulmányozni, mert az okok megfejtésével egy rendkivül hatékony és gazdaságos védekezés technológia kialakitására kerülhetne sor.

- Hazánkban és igy a VEAB régióban is eddig a közönséges takácsatka (de a többi káros Arthropoda) elleni védekezéstechnológiák kialakitása, a védekezőszerek megválasztása során a rezisztencia kialakulás megakadályozására kevés figyelmet forditottak. Legfeljebb azt az általános, de semmiféleképpen nem elégséges tanácsot szokták adni, hogy a készitményeket rotációban alkalmazzák. Ez a szentencia azért nem elegendő, mert a keresztrezisztencia viszonyok ismerete nélkül előfordulhat, hogy rotációra éppen egy keresztrezisztenciára hajlamos, tehát eleve hatástalan anyag kerül. Megfelelő szerrotáció csak tudományosan megalapozott vizsgálatok alapján állitható össze.

- Konkrét, adott populációra elvégzett vizsgálatok azért is szükségesek, mert a populáció genetikai összetételétől, a védekezésre felhasznált anyagok fajtájától, a védekezés intenzitásától függően minden populációban a rá jellemző rezisztencia, kereszt- és multirezisztencia mintázat alakul ki. Igy a rezisztencia feloldásával kapcsolatos kérdések is csak konkrétan, vizsgálatok alapján, az adott populációra vonatkozóan adhatók meg.

- Szükség lenne egy országos, vagy egy régión belüli monitoring rendszer kiépitésére, amely a rezisztencia kialakulás kérdéseit vizsgálná. Ez népgazdasági és vállalati szinten is gazdaságos lenne, hiszen nem kerülne sor kevésbé, vagy teljesen hatástalan védekező anyagok tömeges kijuttatására, feleslegesen terhelve ezzel a környezetet.

8. IRODALOMJEGYZÉK

ASAKAWA M. (1975): Insekticide resistance in agricultural insect pests of Japan. Jpn. Pestic. Inf. 23, 5-8.

BALLANTYNE G.H., HARRISON R.A. (1967): Genetic and biochemical comparisons of organophosphate resistance between strains of spider mites (Tetranychus species: Acari). Ent. Exp. Appl. 10, 231-239.

BLANK R.H. (1980): In vitro degradation of organophosphorus acaricides by the mites Sancassania berlesei (Tyroglyphidae) and Tetranychus urticae (Tetranychidae). N. Z. Journal of Agricultural Research 23, 589-593.

BOGNÁR S., KISS A. (1972): Faunisztikai és ökológiai megfigyelések a termesztett növényeinket károsító atkákról. Növényvédelem 8, 241-247.

BRADER L. (1977): Resistance in Mites and Insects Affecting Orchard Crops. In: (EDS.) WATSON D.L., BROWN A.W.A. Pesticide management and insecticide resistance. New York-San Francisco-London, 1977, Acad. Pr., 353-376.

BRUN L.O., EDGE V.E., GUTIERREZ J. (1983): The occurence of five Tetranychus spp. (Acari: Tetranychidae) in New Caledonia and their responses to acaricides. Tropical Pest Monagement 29, 371-377.

CARBONARO M.A., MORELAND D.E., EDGE V.E., MOTOYAMA N., ROCK G.C., DAUTERMAN W.C. (1986): Studies on the mechanism of cyhexatin resistance in the twospotted spider mite Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae) J. Econ. Entomol. 79, 576-579.

CHAPMAN R.B., PENMAN D.R. (1984): Resistance to propargite by European red mite and two-spotted mite. New Zealand Journal of Agricultural Research 27, 103-105.

COMPTON C.C., KEARNS C.W. (1937): Journal of Economic Entomology 30, 512-522.

CRANHAM J.E. (1974): Resistance to organophosphates in red spider mite, Tetranychus urticae, from English hop gardens. Ann. Appl. Biol. 78, 99-111.

CROFT B.A., MILLER R.W., NELSON R.D., WESTIGARD P.H. (1984): Inheritance of earlystage resistance to formetonate and cyhexatin in Tetranychus urticae Koch (Acarina: Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 77, 574-578.

CROSS J.V. (1980): The effect of aldicarb on the control of red spider mite, Tetranychus urticae (Koch) by the predator Phytoseiulus persimilis Athias-Henriot on year--round chrysanthemums. Plant Pathology 29, 184-190.

DARACKHIEVA L. (1982): Resistance of the common spider mite (Tetranychus urticae) to some acaricides in glasshause. Gradinarske i Lozarska Nauka. 19, 57-65.

DENNEHY T.J., GRANETT J. (1982): Improved detection of dicofol-resistant spider mites in cotton. Calif. Agric. 36, 11-12.

DENNEHY T.J., GRANETT J. (1984): Spider mite resistance to dicofol in San Joaquin Valley Cotton: inter-and intraspecific variability in susceptibility of three species of Tetranychus (Acari: Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 77, 1381-1385.

DENNEHY T.J. GRANETT J., LEIGH T.F., COLVIN A. (1987): Laboratory and field investigations of spider mite (Acari: Tetranychidae) resistance to the selective acaricide Propargite. J. Econ. Entomol. 80, 565-574.

DITTRICH V. (1975): Acaricide resistance in mites. Z. ang. Ent. 78, 28-45.

EDGE V.E., JAMES D.G. (1982): Rapid publication note detection of cyhexatin resistance in twospotted mite. Tetranychus urticae Koch (Acarina: Tetranychidae) in Australia. J. Aust. Ent. Soc. 21, 198.

EDGE V.E. JAMES D.G. (1986): Organo-tin resistance in Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae) in Australia. Journal of Economic Entomology 79, 1477-1483.

FINNEY D.J. (1971): Probit Analysis. Cambridge Univ. Press, 333 pp.

FJELDDALEN J., DAVIKNESS T. (1952): Veksthusspinnmiddes resistente mot thiofosformidler funnet i Norge. Gartneryrket 13.

GARMAN P. (1950): Parathion resistant red spiders. J. Econ. Entomol. 43, 53-56.

GEORGHIOU G.P. (1981): The occurrence of resistance to pesticides in Arthropods. FAO, Rome, 1981.

GEORGHIOU G.P., MELLON R. (1983): Pesticide resistance in time and space. In: GEORGHIOU G.P., SAITO T. (Eds.) Pest resistance to pesticides. Plenum Press, New York, 1-46.

GRAFTON-CARDWELL E.E., GRANETT J., LEIGH T.F. (1987): Spider mite species (Acari: Tetranychidae) response to propargite: basis for an Acaricide resistance management program. J. Econ. Entomol. 80, 579-587.

HAJNAL A., KERÉNYINÉ N.K. (1985): A közönséges takácsatka (Tetranychus urticae Koch) növényvédőszer rezisztenciája. Növényvédelem 21, 537-543.

HELLE W., (1965): Resistance in the Acarina: Mites. In: NAEGELE J.A. Advences in Acarology Vol. II. Cornell Univ. Press, Ithaca, 71-93.

HELLE W., OVERMEER P.J. (1973): Variability in Tetranychid mites. Ann. Rev. Entomol. 18, 97-120.

HERNE D.H.C., CRANHAM J.E., EASTERBROOK M.A. (1979): New Acaricides to Control Resistant Mites. In: RODRIGUEZ J.G. (Ed.) Recent Advences in Acarology 1, Acad. Press Inc., New York 95-104.

HOY A.M., CONLEY J. (1987): Selection for Abamectin resistance in Tetranychus urticae and T. pacificus (Acari:. Tetranychidae). Journal of Economic Ehtomology 80, 221-225.

HOYT S.C., WESTIGARD P.H., CROFT B.A. (1985): Cyhexatin resistance in Oregon populations of Tetranychus urticae Koch (Acarina: Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 78, 656-659.

JENSER G. (1967): A piros gyümölcstakácsatka (Metatetranychus ulmi Koch) a magyarországi gyümölcsösökben. Kandidátusi értekezés, Budapest, 108 pp.

KARG W. (1972): Der Spinnmilbenproblem im Intensivobstbau unter dem Gesichtspunkt eines zukunftorientierten Pflanzenschutzes. Archiv für Gartenbau 20, 279-285.

KEENA M.A., GRANETT J. (1985): Variability in toxicity of propargite to spider mites (Acari: Tetranychidae) from California Almonds. J. Econ. Entomol. 78, 1212-1216.

KEENA M.A., GRANETT J. (1987): Cyhexatin and propargite resistance in populations of spider mites (Acari: Tetranychidae) from California Almonds. J. Econ. Entomol. 80, 560-564.

KLUNKER R. (1970): Untersuchungen zur Dimethoat-Resistenz der Gemeinen Spinnmilbe (Tetranychus urticae Koch). Arch. F. Pflanzenschutz 6, 17-29.

KLUNKER R. (1974): Resistenzprobleme bei Spinnmilben unter besonderer Berücksichtigung der Dimethoat-Resistenz. Tag.-Ber., Akad. Ladwirtsch. Wiss DDR, Berlin, 126, 133-150.

KÖLLNER V.V. (1973): Resistenz gegen organische Phosphorverbindungen bei Spinnmilben aus Chrysanthemum kulturen. Nacchricht. Deutssh. Planzenschutz 25, 7-11.

MARKKULA M., TIITTANEN K. (1970): Two-spotted spider mite. Tetranychus telarius (L.) resistant to aldicarb. Temik 10G. Ann. Ent. Fenn. 36, 191-192.

MARLE G.S. van. (1951): Spintbestrijding met moderne insecticiden in de Aalsmeerse bloementeelt. Thesis, Landbouwhogeschool, Wageningen, 18.

MCENROE W.D., LAKOCY A. (1969): The development of Pentac resistance in an outcrossing swarm of the two-spotted spider mite. J. Econ. Entomol. 62, 283-286.

NAEGELE J.A. (1955): Resistance mites. N. Y. State Flower Gr. Bull. 123, 3.

PILZ R., PFEIFFER G., OTTO D. (1978): Untersuchungen zum Resistenzmechanismus eines Dimethoat-resistenten Spinnmilbenstammes (Tetranychus urticae Koch). Arc. Phytopathol u. Pflanzenschutz. 14, 383-391.

SAITO T., TABATA K., KOHNO S. (1983): Mechanisms of acaricide resistance with emphasis on dicofol In: (Eds.) GEORGHIOU G.P., SAITO T. Pest Resistance to Pesticides. Plen. Publ. Co. 1983, 429-444.

SEPASCOSARIAN H. (1972): Pflanzenspinnmilben und ihre wirtschaftliche Bedeutung im Iran. Anz. Schadlingsk. d. Pflanzenschutz 45, 105-107.

SMISSAERT H.R. (1964): Cholinesterase inhibition in spider mites susceptible and resistant to organophosphate. Science 143, 129-131.

SMITH F.F., FULTON R.A. (1951): Two-spotted spider mite resistant to aerosols. J. Econ. Ent. 44, 229-233.

SMITH F.F. (1960): Resistance of greenhouse spider mites to acaricides. Misc. Publ. Ent. Soc. Am. 2, 5-12.

SZABÓ L. (1986): A közönséges takácsatka (Tetranychus urticae Koch) inszekticid és akaricid rezisztenciája magyarországi üvegházakban. A Mezőgazdaság Kemizálása II., Keszthely, 26-33.

VOSS G., MATSUMURA F. (1964): Resistance to organophosphorus compounds in the two-spotted spider mite: two different mechanisms of resistance. Nature 202, 319-320.

ZIL'BERMINC I.V. (1979): Usztojcsivoszt vredilej k himicseszkim szredsztvam zascsiti rasztenij, Kolos, Moszkva, 32-34.